Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

S C C S | **C S A S**

Secrétariat canadien de consultation scientifique | **Canadian Science Advisory Secretariat**

Document de recherche 2012/089 | **Research Document 2012/089**

Région du Québec | **Quebec Region**

Revue des indicateurs et des programmes de suivi pour la zone de protection marine Estuaire du Saint-Laurent.

Review of the St. Lawrence Estuary Marine Protected Area Monitoring Plan and Indicators.

Lizon Provencher, Richard Bailey et Claude Nozères

Pêches et Océans Canada,
Institut Maurice Lamontagne,
C. P. 1000, 850 Route de la Mer,
Mont-Joli, Québec,
G5H 3Z4

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à:

This document is available on the Internet at:

http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

ISSN 1499-3848 (Imprimé / Printed)
ISSN 1919-5044 (En ligne / Online)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2012

Canada

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ iii

ABSTRACT iv

INTRODUCTION 1

LA ZONE DE PROTECTION MARINE ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT 2
- DESCRIPTION DE L'ÉCOSYSTÈME 2
- OBJECTIFS DE CONSERVATION 2
  - Espèces visées 3
  - Habitats visés 4
- ACTIVITÉS HUMAINES ET MENACES 5
- EFFETS POTENTIELS DES MENACES SUR LES MAMMIFÈRES MARINS. 6

PLAN DE SUIVI ÉCOLOGIQUE 7
- CONSULTATIONS DES EXPERTS 8
  - Revue par les pairs, les 3, 4 et 5 mai 2011 8
- RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION PAR LES PAIRS (MAI 2011) 10
  - Les indicateurs des menaces 10
  - Les indicateurs des effets potentiels sur les mammifères marins 13
    - Espèces résidentes : béluga et phoque commun 13
    - Espèces migratrices : cétacés 14
    - Les proies des mammifères marins 15
  - Les indicateurs pour l'état de l'écosystème 17

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 18

REMERCIEMENTS 20

RÉFÉRENCES 20

ANNEXE 1 23

ANNEXE 2 40

La présente publication doit être citée comme suit :
Correct citation for this publication:

Provencher, L., Bailey, R. et Nozères, C. 2012. Revue des indicateurs et des programmes de suivi pour la zone de protection marine Estuaire du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2012/089. iv + 73 p.

RÉSUMÉ

En 1998, la zone de protection marine (ZPM) Estuaire du Saint-Laurent a été proposée comme site d'intérêt afin d'assurer la conservation et la protection à long terme des mammifères marins, de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires. Dans le cadre de la mise en place de cette ZPM, un plan de suivi a été élaboré par le secteur des Siences du MPO afin d'assurer la surveillance des objectifs de conservation de la ZPM.

L'estuaire du Saint-Laurent est un habitat important pour le béluga et le phoque commun qui y résident à l'année. Il est aussi une zone d'alimentation de première importance pour de nombreux mammifères marins qui y retrouvent de fortes concentrations d'espèces fourragères comme les euphausides (krill) et le capelan. Près de la moitié des cétacés qui utilisent la ZPM sont des espèces en péril selon le comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Les mammifères marins sont confrontés dans cette zone à de nombreuses menaces dont la contamination du réseau trophique marin par les substances toxiques, le bruit environnant, le risque de collision, le dérangement associé à la navigation, l'empêtrement dans les engins de pêche, le braconnage, l'abattage et les altérations physiques de leurs habitats et de ceux de leurs proies. Ces menaces résultent en des effets potentiellement néfastes pour les mammifères marins, entre autres, les mortalités, les maladies, les perturbations d'activités importantes et les pertes d'habitat. Ces effets auront une incidence sur les variables démographiques des espèces résidentes, sur la prése3nce des rorquals dans la ZPM et sur les populations de proies.

Le suivi de ces menaces et de leurs effets potentiels sur les mammifères marins constituent la base du plan de suivi développé pour la ZPM Estuaire du Saint-Laurent. Suite à plusieurs consultations d'experts sur les mammifères marins et leurs proies, une série d'indicateurs et de suivis associés ont été proposés afin de surveiller la situation et l'évolution de ces menaces et de ces effets potentiels. Ces indicateurs et suivis ont été évalués lors d'une revue par les pairs réalisée en mai 2011 (MPO 2012a) selon trois critères : 1) la pertinence de l'indicateur déterminée en établissant dans quelle mesure l'indicateur est approprié pour l'évaluation de la menace ou de l'effet potentiel ciblé, 2) la fiabilité des suivis associés à l'indicateur et 3) la facilité de les réaliser. Des indicateurs de l'état de l'écosystème, permettant de déceler des changements ou anomalies dans le milieu qui auront une influence sur les composantes écologiques ciblées par les objectifs de conservation, ont également été évalués. Les programmes existants permettent le suivi d'un bon nombre d'indicateurs pertinents avec une fiabilité et une facilité acceptable. Parmi ceux-ci certains doivent être étendus pour couvrir la ZPM. Au moins le quart des indicateurs nécessitent la mise en place de nouveaux suivis.

ABSTRACT

In 1998, the St. Lawrence Estuary MPA was proposed as a site to ensure the conservation and long-term protection of marine mammals, their habitats and food resources. As part of the establishment of this MPA, a monitoring plan was developed by the Science Sector of DFO to monitor the conservation objectives of the MPA.

The St. Lawrence Estuary is an important habitat for beluga whales and harbour seals that live there year round. It is also an important feeding area to many marine mammals, with high concentrations of forage species such as euphausiids (krill) and capelin. Nearly half of cetaceans encountered in the MPA are listed as species at risk by the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Marine mammals in this area face a multitude of threats, including contamination of the marine food chain by toxic substances, environmental noise, the risk of collisions, disturbance associated with navigation, entanglement in fishing gear, poaching, culling, and physical alterations of their habitats and those of their prey. These threats result in potentially harmful effects to marine mammals, such as mortality, disease, disturbance of important activities and habitat loss. These effects will affect the demographic variables of resident species, the presence of whales in the MPA and prey populations.

Tracking these threats and their potential effects on marine mammals are the basis of the monitoring plan developed for the St. Lawrence Estuary MPA. Following several expert consultations on marine mammals and their prey, a series of indicators and associated programs have been proposed to monitor the situation, the evolution of these threats, and their potential effects. At a peer review in May 2011 (MPO 2012a), the indicators and monitoring programs were evaluated according to three criteria: 1) the relevance of the indicator according to its suitability for evaluating the threat or targeted potential effect, 2) the reliability of monitoring associated with the indicator, and 3) the ease of implementing them. Also evaluated were indicators of ecosystem status, to detect changes or abnormalities in the environment that will affect the ecological components of the targeted conservation goals. The majority of relevant indicators may be monitored using existing programs with acceptable reliability and ease, although several of the programs should be expanded to cover the territory of the MPA. At least a quarter of the indicators will require the establishment of new monitoring programs.

INTRODUCTION

En 1998, l'estuaire du Saint-Laurent a été suggéré comme site d'intérêt pour la création d'une éventuelle zone de protection marine (ZPM) pour la région du Québec (Figure 1). La ZPM Estuaire du Saint-Laurent, d'une superficie approximative de 6000 km^2, a été proposée afin d'assurer la conservation et la protection à long terme des mammifères marins, de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires.

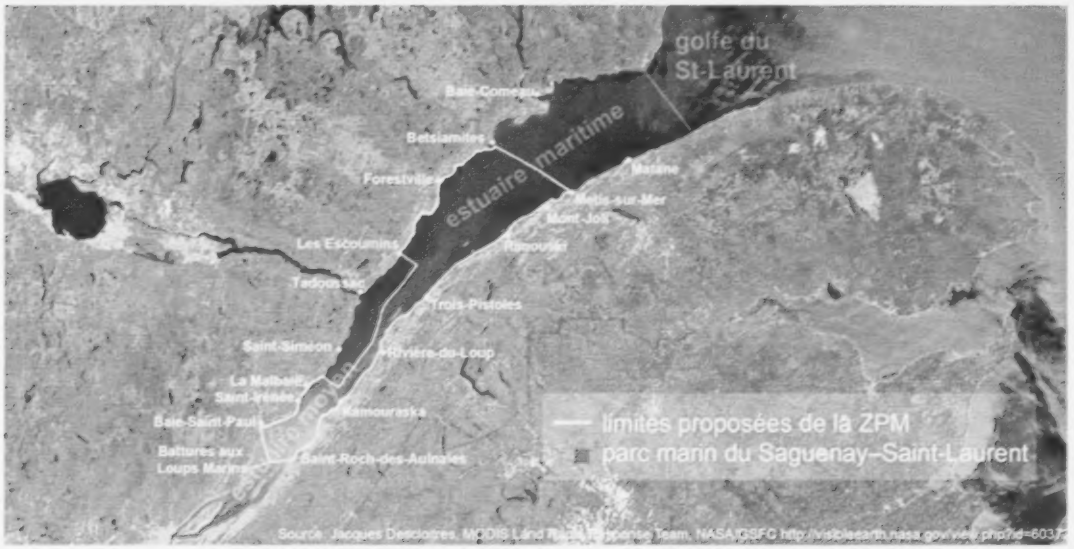

Figure 1. Emplacement proposé pour la future Zone de protection marine (ZPM) Estuaire du Saint-Laurent.

Dans le cadre de l'Initiative pour la santé des océans, il incombe au secteur des Sciences d'élaborer des indicateurs, des protocoles et des stratégies afin d'assurer la surveillance de chacun des objectifs de conservation associés aux ZPM établies. Les 3, 4 et 5 mai 2011, une revue par les pairs, impliquant près d'une quarantaine de scientifiques, a été tenue dans le but d'évaluer les indicateurs proposés concernant les menaces et leurs effets potentiels sur les mammifères marins et les suivis existants et/ou proposés pour chacun des indicateurs. Chacun de ces indicateurs ont été évalués selon trois critères prédéfinis. Un avis scientifique du secrétariat canadien de consultation scientifique du MPO présente les résultats de cette évaluation (MPO 2012a). Le présent document de recherche est connexe à cet avis en détaillant la démarche de cette évaluation et le raisonnement justifiant les résultats de l'évaluation pour chaque indicateur.

LA ZONE DE PROTECTION MARINE ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

Le présent chapitre décrit brièvement l'écosystème de la ZPM ainsi que les activités humaines qui le menacent. Pour une description plus détaillée, le lecteur est invité à consulter les deux documents (MPO 2000 et Savaria *et al.* 2003) qui résultent de l'atelier scientifique sur les mammifères marins, leurs habitats et leurs ressources alimentaires, tenu à Mont-Joli (Québec) du 3 au 7 avril 2000, dans le cadre de l'élaboration du projet de zone de protection marine de l'Estuaire du Saint-Laurent.

DESCRIPTION DE L'ÉCOSYSTÈME

L'estuaire du Saint-Laurent est l'habitat principal du béluga et du phoque commun qui y résident à l'année. C'est donc, pour ces deux espèces, un lieu de reproduction et d'alimentation. L'estuaire du Saint-Laurent est aussi une zone d'alimentation de première importance pour de nombreux mammifères marins qui y retrouvent de fortes concentrations d'espèces fourragères comme les euphausides (krill) et le capelan. Chaque année, de nombreux cétacés, dont les grands rorquals, y migrent pour s'y alimenter et emmagasiner des réserves énergétiques en prévision de la période de reproduction. La grande diversité et la forte densité d'espèces de mammifères marins qu'on y rencontre, la proximité des sites d'observation et la relative tranquillité de la mer font d'ailleurs de l'estuaire du Saint-Laurent l'un des sites les plus favorables à l'observation des mammifères marins au monde. Une quinzaine d'espèces de mammifères marins se retrouvent donc de façon régulière ou occasionnelle dans l'estuaire, la majorité sur une base saisonnière. De ce nombre, près de la moitié sont des espèces en péril selon le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC).

La topographie et l'hydrodynamique de l'estuaire du Saint-Laurent sont très complexes. Le fleuve Saint-Laurent et la rivière Saguenay y déversent d'importantes quantités d'eau douce. C'est également l'endroit où le chenal laurentien, acheminant un courant d'eau froide de l'Atlantique, se termine. Ces différentes origines et caractéristiques des eaux en présence créent des gradients de salinité et de température marqués, de même que des couches d'eau distinctes avec des interfaces de thermoclines. Une topographie très variée occasionne de son coté des zones de mélange, des remontées d'eau profonde, des gyres et des phénomènes de rétention. L'estuaire moyen est parsemé de nombreuses îles. L'ensemble de ces caractéristiques et phénomènes créent une mosaïque de milieux très variés. Finalement, le climat froid de l'hiver y érige un couvert de glace saisonnier très important.

OBJECTIFS DE CONSERVATION

La ZPM Estuaire du Saint-Laurent a été proposée afin d'assurer la conservation et la protection à long terme des mammifères marins. Ceci inclus la protection de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires. Plus précisément les objectifs de conservation visés ont été définis ainsi :

1. Protéger les mammifères marins

- Objectif 1A : Protéger les espèces résidentes (béluga et phoque commun)
- Objectif 1B : Protéger les espèces en péril
- Objectif 1C : Protéger les autres cétacés

2. Protéger l'habitat des mammifères marins

- Objectif 2A : Protéger l'habitat du phoque commun et ses fonctions principales
- Objectif 2B : Protéger les habitats importants des espèces en péril, notamment les habitats essentiels, et les fonctions de ces habitats
- Objectif 2C : Protéger l'habitat des autres cétacés

3. Protéger les proies des mammifères marins

- Objectif 3A : Protéger les proies principales des espèces en péril
- Objectif 3B : Protéger l'habitat des proies principales

Espèces visées

Les espèces de mammifères marins visées par la ZPM sont tous les cétacés qui utilisent l'estuaire comme habitat permanent, saisonnier ou occasionnel. S'ajoute également la colonie de phoque commun de l'estuaire du Saint-Laurent, qui comme le béluga, est une espèce résidente à l'année. Les autres espèces de phoques qui fréquentent également l'estuaire du Saint-Laurent, dont le phoque gris (*Halichoeurus grypus*), le phoque du Groenland (*Pagophilus groenlandicus*) et le phoque à capuchon (*Cystophora cristata)* sont exclues des buts de la ZPM.

Espèces résidentes (estuaire moyen et maritime) :

- Béluga (*Delphinapterus leucas*)
- Phoque commun (*Phoca vitulina concolor*)

Cétacés migrateurs (surtout l'estuaire maritime) :

- Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*)
- Rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*)
- Rorqual à bosse *(Megaptera novaeangliae*)
- Petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*)
- Marsouin commun (*Phocoena phocoena*)

Espèces occasionnelles ou rares (cétacés) :

- Cachalot macrocéphale (*Physeter macrocephalus*)
- Globicéphale noir de l'Atlantique (*Globicephala melas*)
- Dauphin à flanc blanc (*Lagenorhynchus acutus*)
- Dauphin commun (*Delphinus delphis*)
- Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*)
- Épaulard (*Orcinus orca*)
- Baleine noire (*Eubalaena glacialis*)
- Baleine à bec commune (*Hyperoodon ampullatus*)

Parmi les espèces précédentes, certaines ont un statut d'espèce en péril en vertu de la *Loi sur les espèces en péril du Canada*.

Béluga	Menacé
Rorqual bleu	En voie de disparition
Rorqual commun	Préoccupant
Marsouin commun	Préoccupant
Baleine noire	En voie de disparition
Épaulard	Préoccupant

Les espèces de proies importantes pour ces mammifères marins font également l'objet des objectifs de la ZPM :

- Euphausides (krill) : *Meganyctiphanes norvegica* et *Thysanoessa* spp. (principalement *T. raschii*), comme proies directes et indirectes des mammifères marins.
- Poissons pélagiques (hareng, capelan, lançon), diadromes (saumon, anguille, poulamon, éperlan, esturgeon) et démersaux (ex. : merluche blanche, morue, sébaste, plie canadienne, chaboisseau à courtes épines, plie lisse)

Les fortes concentrations d'espèces fourragères comme les euphausides (krill) et le capelan profitent aux rorquals qui migrent dans l'estuaire du Saint-Laurent pour s'y alimenter et emmagasiner des réserves énergétiques en prévision de la période de reproduction. Les bélugas sont des prédateurs opportunistes qui profitent des concentrations saisonnières de proies. Les espèces qui se regroupent en banc en période estivale comme le capelan, le hareng et le lançon sont des sources importantes de nourriture pour le béluga du Saint-Laurent. Cependant les autres espèces, moins importantes en nombre, sont aussi à considérer car elles constituent une nourriture potentielle le reste de l'année.

Habitats visés

Les habitats visés par les objectifs de conservation de la ZPM sont ceux des espèces résidentes, soit le phoque commun et le béluga ainsi que les habitats de leurs proies.

Les habitats importants pour le phoque commun sont les baies peu profondes et les estuaires de rivières ainsi que les sites d'échouerie et de mise bas (Lesage 1999). Les sites d'échouerie sont des barres sablonneuses, des îlots, des récifs et des rochers, tous exposés à marée basse qui fournissent une aire de repos, de mise-bas, d'allaitement et de mue. L'utilisation des échoueries par les phoques communs devient plus importante pendant les périodes de mise bas et d'allaitement des jeunes et pendant la période de mue, ce qui dans l'estuaire correspond respectivement à la période de la fin-mai au début de juillet, puis de la fin-juillet au mois d'août (Dubé *et al.* 2003).

Des zones de concentration et de fréquentation intensive du béluga dans le Saint-Laurent ont été localisées dans le Saint-Laurent principalement par Pippard et Malcolm (1978), Michaud (1993) et Lemieux Lefebvre *et al.* (2012). Plusieurs de ces zones identifiées par ces différentes études sont communes soit, la baie Ste-Marguerite dans la rivière Saguenay, l'embouchure du Saguenay, la tête du chenal Laurentien et le chenal lui-

même, l'île Blanche, l'île aux Lièvres, la batture aux Alouettes, les îles de Kamouraska, l'île aux Fraises et une aire au large de Rivière-du-loup et Cacouna (Mosnier *et al.* 2010). Selon les conclusions préliminaires de l'étude sur l'habitat du béluga dans le cadre de l'IRÉ de l'estuaire du Saint-Laurent, ces zones seraient probablement les unités d'un réseau de sites aux caractéristiques et aux fonctions variées. Les auteurs de cette étude concluent également que cette diversité de fonctions regroupées dans l'estuaire du Saint-Laurent est vraisemblablement ce qui constitue le facteur d'intérêt expliquant la présence du béluga dans cette région et c'est donc l'estuaire dans son ensemble qui est considéré comme l'habitat estival du béluga (Mosnier *et al.*, données non-publiées).

ACTIVITÉS HUMAINES ET MENACES

Les activités humaines sur le territoire proposé pour la ZPM sont importantes et diversifiées. Il s'agit, plus particulièrement, de :

- Aménagements hydro-électriques
- Navigation (cargos, pétroliers, traversiers, navires d'observation touristique, navires de croisière, dragueurs, bateaux de pêche, divers bateaux gouvernementaux, voiliers, yachts, kayaks)
- Chasse au phoque
- Construction et l'entretien de structures portuaires et côtières
- Dragage des chenaux de navigation
- Lessivage des terres agricoles
- Pêche
- Rejet des effluents municipaux et des résidences côtières
- Rejet d'effluents industriels

En outre, l'écosystème de la ZPM est affecté par des activités humaines extérieures à son territoire :

- Contrôles des débits d'eau douce en amont
- Dépôts de polluants atmosphériques
- Rejets dans l'immense bassin versant du fleuve Saint-Laurent, soit en amont de l'estuaire
- Rejets dans le Saguenay
- Rejets de gaz à effet de serre causant des changements climatiques globaux

Ces activités humaines comportent des menaces susceptibles d'avoir un impact négatif sur les composantes écologiques visées par la ZPM. Ces menaces sont les suivantes :

- Pollution par des produits chimiques toxiques (apportés par les rejets municipaux, industriels et agricoles, les cours d'eau, l'atmosphère, le réseau trophique, les déversements intentionnels ou accidentels)
- Présence d'agents pathogènes : virus, bactéries, parasites (apportés par les rejets municipaux et agricoles, les eaux de ballast, les espèces exotiques, la réhabilitation de mammifères marins)
- Bruit et dommage auditif (dus à la navigation, le dragage, les travaux portuaires dont le dynamitage)
- Collisions avec des bateaux de types variés
- Dérangement des comportements (proximité des embarcations, actions des humains envers les phoques sur les rives)

- Altération physique des habitats (dragage, engins de pêche, modifications hydrologiques, sédimentation, aménagements côtiers, aménagements hydro-électriques)
- Altération chimique des habitats (eutrophisation, acidification, hypoxie, efflorescences d'algues toxiques exacerbées par les modifications environnementales d'origine anthropique)
- Empêtrement dans des engins de pêche
- Braconnage, malveillance, erreur de chasse

Plusieurs de ces menaces ont été examinées lors de la préparation des programmes de rétablissement du béluga du Saint-Laurent et du rorqual bleu de l'Atlantique (MPO 2012b, Beauchamp *et al.* 2009). Ces programmes incluent également des exercices de priorisation de ces menaces. Également, dans le cadre de l'initiative de recherche écosystémique (IRÉ) de l'estuaire du Saint-Laurent, les scientifiques se sont penchés sur les menaces pouvant affecter les habitats fréquentés par le béluga du Saint-Laurent. Les résultats de cette IRÉ est en cours de rédaction (Mosnier *et al.*, données non-publiées).

EFFETS POTENTIELS DES MENACES SUR LES MAMMIFÈRES MARINS

Les menaces qui découlent des activités humaines ne sont significatives que si elles causent des impacts négatifs sur les composantes écologiques d'intérêt. D'où l'importance de comprendre et de suivre ces impacts, ou effets. Les principaux impacts ou effets potentiellement significatifs, en ce qu'ils pourraient entraver l'atteinte des objectifs de conservation, autant chez les proies que chez les mammifères marins, sont les suivants (*les causes possibles de ces effets sont nombreuses et les principales sont suggérées entre parenthèses*) :

- Augmentation de la mortalité (*collision, efflorescence d'algues toxiques (biotoxines), empêtrement dans les engins de pêche, chasse et braconnage, isolement et abandon des chiots de phoque commun*)
- Augmentation des maladies qui peuvent avoir un impact sur la natalité et la mortalité (*contamination toxique chimique et biologique, épizootie, stress, blessures dues aux collisions, aux engins de pêche et aux armes de chasse*)
- Perturbation d'activités importantes, telles l'alimentation, le repos, la communication, la reproduction, la respiration (*dérangement anthropique, bruit et dégradation acoustique*)
- Perte ou perturbation d'habitats utilisables du mammifère marin ou de sa proie (*altération chimique ou physique des habitats, engins de pêche, changement climatique d'origine anthropique*)
- Diminution des proies (*pêche dirigée sur les proies, contamination toxique chimique et biologique)*

Le résultat global de ces effets négatifs sur les mammifères marins ciblés par la ZPM sera :

- une baisse des populations de béluga et de phoque commun (impact démographique) ou un échec de rétablissement pour le béluga et dans une moindre mesure pour le rorqual bleu qui passe une partie de son cycle vital dans la ZPM.
- et une diminution ou une présence récurrente des cétacés dans l'estuaire du Saint-Laurent.

PLAN DE SUIVI ÉCOLOGIQUE

Le plan de suivi écologique d'une ZPM est avant tout un outil permettant d'évaluer l'atteinte des objectifs de conservation de la ZPM. Ce plan de suivi doit porter sur les composantes écologiques visées par les objectifs de la ZPM, sur ce qui les menace et sur les effets potentiels de ces menaces sur ces composantes. Des indicateurs pour chacune des menaces et pour chacun de leurs effets potentiels sur les composantes écologiques de la ZPM sont donc requis. Ces indicateurs seront choisis en fonction de leur capacité à évaluer l'atteinte des objectifs de conservation et l'efficacité des mesures de gestion appliquées dans la ZPM.

Idéalement, ces indicateurs doivent fournir une réponse directe et claire sur les résultats positifs ou négatifs obtenus suite à l'application d'une mesure de gestion. Par exemple, si la mesure de gestion est de déterminer une distance d'approche des échoueries pendant la période de soins apportés aux jeunes phoques communs, pour réduire le dérangement occasionnant des cas de séparation mère-chiot, le suivi du décompte du nombre de phoques juvéniles isolés sera un indicateur permettant d'évaluer si cette mesure est efficace. Cependant, dans plusieurs cas, le lien entre la réponse de l'indicateur et l'efficacité de la mesure de gestion est difficile à établir. Plusieurs menaces qui pèsent sur la ZPM proviennent de l'extérieur et un bon nombre de mammifères marins et leurs proies ont des aires de distribution qui dépassent largement les limites de la ZPM. Par exemple, un abandon des sites d'alimentation par les rorquals pourrait être dû à un évènement extérieur à la ZPM. Cependant le maintien de la fréquence et du nombre de rorquals qui fréquentent la ZPM d'année en année nous amènent à croire que l'environnement de la ZPM est adéquat pour les rorquals et que les ressources alimentaires y sont suffisantes. Par conséquent, les objectifs de conservation de la ZPM seraient atteints. Également, certaines mesures consisteront en une sensibilisation auprès du public en général ou des décideurs concernés. Un indicateur qui nous renseigne sur le taux de nouveaux contaminants dans les tissus des bélugas dont la source ne provient pas de la ZPM, sonnera l'alarme. Dans ce cas, le rôle des gestionnaires de la ZPM sera d'exercer une influence sur les décideurs qui ont le mandat de gérer cette menace.

En plus des indicateurs des menaces et des effets potentiels de ces menaces sur les composantes écologiques ciblées, le plan de suivi de la ZPM devra comprendre une série d'indicateurs d'état de l'écosystème physique, chimique et biologique. Ces indicateurs fourniront de l'information sur le contexte dans lequel l'écosystème de l'estuaire du Saint-Laurent évolue. Par exemple, les changements à grande échelle des conditions océanographiques et hydrologiques pourraient affecter les composantes écologiques de la ZPM. D'autres types de changements peuvent porter sur des variables biologiques et écologiques soumises à des fluctuations naturelles. Il existe en effet des causes naturelles de mortalité, de maladie et de fluctuation dans les caractéristiques de l'habitat et des sources alimentaires. Effectuer un suivi de ces fluctuations naturelles permet de mieux comprendre et de démêler celles qui sont dues à des causes anthropiques.

CONSULTATIONS DES EXPERTS

Depuis sa désignation comme site d'intérêt en 1998, plusieurs initiatives, tables de travail, ateliers impliquant divers scientifiques ont eu lieu en vue de développer un plan de suivi écologique de la ZPM permettant d'assurer la surveillance de chacun des objectifs de conservation. Tout d'abord, un atelier scientifique a été tenu à l'Institut Maurice-Lamontagne du 3 au 7 avril 2000, portant sur les mammifères marins fréquentant l'estuaire du Saint-Laurent. Le but de cet atelier était de vérifier la pertinence scientifique de l'établissement d'une ZPM dans l'estuaire du Saint-Laurent visant la protection des mammifères marins, de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires. Les problèmes actuels et potentiels pour les mammifères marins, découlant essentiellement des activités humaines se déroulant dans le secteur, ont été débattus par les participants, ce qui leur a permis d'établir un ordre de priorité de ces différents problèmes ainsi que d'évaluer la pertinence des limites proposées de la ZPM. Lors de cet atelier, les besoins en recherche et en suivi, associés aux différentes espèces considérées, ont également été abordés (MPO 2000, Savaria *et al.* 2003). En 2011, divers ateliers ont eu lieu plus spécifiquement dans le but de développer le plan de suivi écologique de la ZPM. Une première rencontre, en mars 2011, a réuni une quinzaine de scientifiques dans le but de dresser une première liste d'indicateurs et de suivis. Cette liste a été revue, complétée et structurée par la suite par un groupe restreint composé essentiellement de gestionnaires et de scientifiques du MPO et du PMSSL (parc marin Saguenay–Saint-Laurent). Parallèlement, dans le cadre de l'IRÉ de l'estuaire du Saint-Laurent, un des mandats des scientifiques impliqués, était de se pencher sur des indicateurs concernant le réseau trophique responsable de la présence des grands rorquals dans l'estuaire maritime et sur les habitats fréquentés par le béluga. Deux documents de recherche présentant les résultats de cette initiative sont en cours de rédaction (Mosnier *et al.*, données non-publiées et Ouellet *et al.*, données non-publiées).

Revue par les pairs, les 3, 4 et 5 mai 2011

Sur la base de ces recherches et consultations (citées plus haut), un plan de suivi préliminaire a été élaboré proposant une liste d'indicateurs et de suivis concernant les menaces et leurs effets potentiels sur les mammifères marins et l'état de l'écosystème. Les 3, 4 et 5 mai 2011, une revue par les pairs, impliquant près d'une quarantaine de scientifiques, a été tenue dans le but d'évaluer ces indicateurs et suivis (compte-rendu de la revue : MPO 2011). Les résultats de cette revue constituent le cœur de ce présent document.

Les scientifiques présents ont été amenés à évaluer ces indicateurs et suivis selon certains critères. Une panoplie de critères et de méthodes d'évaluation des indicateurs et suivis sont proposés dans la littérature scientifique. Deux auteurs ont particulièrement influencé notre démarche, soit Pomeroy (2006) et Rice (2005). Des caractéristiques souhaitables d'un indicateur suggérées par ces auteurs, nous en avons retenu trois, soit la pertinence, la fiabilité et la facilité. Nous définissons ces trois critères comme suit :

Pertinence : évalue dans quelle mesure l'indicateur est approprié à l'évaluation de la menace ou de l'effet ciblé (lien direct ou indirect avec la menace ou l'effet)

(1) Très pertinent
(2) Moins pertinent
(3) Peu pertinent

Les deux autres critères évaluent la fiabilité et la facilité d'application des outils (protocole, matériel, échantillonnage) utilisés ou proposés pour le suivi de cet indicateur.

Fiabilité : évalue dans quelle mesure on est certain des résultats obtenus lors du monitorage de cet indicateur (précision, sensibilité, base théorique claire, preuve établie, besoin en recherche).

(1) Grande fiabilité, convaincant, excellente relation
(2) Probable, information utile même imparfaite
(3) Douteuse, incertaine, grande variabilité

Facilité : évalue dans quelle mesure il est facile de mesurer cet indicateur. Est-ce que son échantillonnage est simple et abordable? Contrairement à un suivi de nature complexe, qui requiert une expertise sophistiquée ou rare et d'importantes ressources financières, humaines et matérielles.

(1) Facile (mesures et analyses simples, coûts faibles, etc.)
(2) Intermédiaire
(3) Difficile (complexité de logistique, d'appareillage ou d'analyse, expertise difficile à obtenir, ressources importantes requises, etc.)

Nous avons opté pour un nombre réduit de critères, ce qui facilite leur interprétation et l'obtention d'un consensus par les experts qui évaluent les indicateurs. De plus, les résultats de l'évaluation sont plus facilement accessibles, compréhensibles et utilisables par les gestionnaires qui devront effectuer une sélection parmi ces indicateurs lors de la mise en place du programme de suivi. Le critère de pertinence guide rapidement vers les indicateurs à prioriser. Cependant, un indicateur de pertinence élevée pourra être mis de côté par manque de facilité et/ou de fiabilité des suivis en place, tandis qu'un indicateur de pertinence intermédiaire mais facile à suivre avec une grande fiabilité pourra être sélectionné. Notons que dans certains cas, la fiabilité peut-être fonction des ressources déployées et donc être fonction de la facilité. L'utilisation des résultats de cette évaluation au moyen de ces critères devrait donner davantage de latitude aux gestionnaires et leur permettre de prendre des décisions en fonction des connaissances scientifiques et des ressources financières disponibles au moment de la mise en œuvre du suivi.

Lors de la revue, quatre tables d'évaluation[1] des indicateurs et suivis regroupant les scientifiques[2] en fonction de leur expertise ont été formées selon les thèmes suivants :

1. Mammifères marins et leur habitat
2. Proies des mammifères marins
3. Contamination et maladies des mammifères marins
4. Indicateurs écosystémiques

[1] Des sous-comités, pour les tables 2 et 3, ont dû être formés les jours suivants la revue, pour finaliser l'évaluation de quelques indicateurs par un groupe plus restreints d'experts.
[2] La liste des experts ayant participés à cette revue par les pairs est présentée pour chacune des tables dans le compte rendu de la revue (MPO 2011).

Précédent la revue, les participants ont reçus les documents suivants :

- un document donnant de l'information sur la ZPM (contexte, description de la ZPM, objectifs de conservation) et sur la démarche de développement du suivi
- une description des suivis existants et de suivis proposés
- un tableau présentant la liste des indicateurs et les suivis qui leurs sont associés
- la définition et la procédure d'application des trois critères d'évaluation des indicateurs et suivis

RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION PAR LES PAIRS (MAI 2011)

Ce chapitre présente pour chacune des menaces et chacun des effets potentiels sur les mammifères marins, ainsi que pour l'état de l'écosystème, un résumé des résultats de l'évaluation des indicateurs et suivis en fonction des trois critères, soit la performance de l'indicateur ainsi que la fiabilité et la facilité de réalisation des suivis associés. Pour alléger le texte, la description des suivis est présentée à l'annexe 1. Pour la même raison, les résultats détaillés de l'évaluation des indicateurs et suivis sont présentés à l'annexe 2 dans un tableau qui suit la même structure que celle appliquée dans ce chapitre. On y retrouve, pour chaque indicateur, les notes d'évaluation pour chacun des trois critères, ainsi que le raisonnement et les arguments des experts qui ont justifié ces notes.

Au total 72 indicateurs ont été évalués dont 54 sont de pertinence élevée. La majorité des menaces et des effets potentiels sur les mammifères marins, leurs habitats et leurs proies ont été couverts par des indicateurs de pertinence élevée. Peu de suivis existants ou proposés offrent une fiabilité et facilité élevées, cependant, la plupart sont cotés à un niveau intermédiaire.

Les indicateurs des menaces

Dans cette section, les indicateurs sont regroupés selon les menaces qui pèsent sur les mammifères marins, leurs proies et leurs habitats. La pollution chimique, les agents pathogènes et les biotoxines, le bruit, les collisions, le dérangement, l'altération physique des habitats, l'empêtrement dans les engins de pêche, le braconnage et l'abattage des phoques communs sont les menaces pour lesquelles des indicateurs ont été évalués.

Pollution par des produits chimiques toxiques (espèces résidentes et proies)

Quatre indicateurs sont proposés pour le suivi de cette menace, dont deux ont été évalués très pertinents soit, les taux de contaminants dans les tissus des bélugas et des phoques communs qui donnent une indication sur la tendance des contaminants (intégration dans le temps, bioamplification) et le taux de contamination de leurs proies. L'échantillonnage des phoques vivants, qui pourrait être effectué lors du suivi démographique, serait très fiable puisqu'il permet un contrôle du nombre et de la qualité des prélèvements. Pour le béluga, il est difficile, à ce jour, d'interpréter les résultats provenant des biopsies, car on connaît encore mal la dynamique des contaminants persistants selon les différentes couches de gras de l'animal. L'usage des carcasses de béluga pour l'évaluation du taux de contamination introduit un biais. Ces animaux échoués ne sont pas représentatifs de la population et l'approvisionnement en échantillons est dépendant de la disponibilité des carcasses. Le faible nombre d'échantillons de tissus d'assez bonne qualité permet difficilement de vérifier des hypothèses relatives au rôle des concentrations de contaminants et de leurs effets toxiques ou, encore, de détecter des tendances annuelles.

Les deux autres indicateurs (mesures des contaminants chimiques toxiques anciens et nouveaux dans le sédiment et dans l'eau et le taux de contamination d'une espèce sentinelle résidente) sont de pertinence intermédiaire, car ils représentent une mesure indirecte de la menace. Ces indicateurs sont réévalués pour le suivi de l'état de l'écosystème où, dans ce contexte, leur pertinence a été jugée élevée.

Bruit (espèces résidentes et migratrices)

Un seul indicateur a été évalué de pertinence élevée, soit la mesure du bruit environnant aux sites hautement fréquentés par les rorquals et les bélugas. Deux méthodes d'acoustique passive sont proposées pour en faire le suivi, Une consiste en un réseau d'écoute à enregistrement continu à des sites fixes et l'autre utilise des hydrophones portables placés successivement à des sites stratégiques étendus. Les deux méthodes ont été éprouvées avec succès. Par contre, il faudra investir beaucoup d'effort et de ressources pour obtenir le maximum de fiabilité dans les résultats. Le premier suivi (appareils fixes) offre une excellente couverture temporelle, tandis que le deuxième (sites étendus) une meilleure couverture spatiale. Les coûts des appareils acoustiques passifs lors de la mise en place d'un réseau d'appareils fixes justifient la cote élevée pour la facilité. Cependant, à long terme ces coûts seront compensés par leur fonctionnement automatique en continu.

L'intensité et la répartition du trafic maritime de la marine marchande (type de bateau, tonnage, vitesse, etc.) ont été évaluées de pertinence intermédiaire car les variables mesurées sont corrélées avec le bruit et ne sont donc pas des mesures directes du bruit. Cependant, la base de données du système d'information sur la navigation maritime de la Garde côtière canadienne constitue un outil disponible, très fiable et facile d'utilisation pour en faire le suivi.

Collisions (espèces résidentes et migratrices)

Les indicateurs de pertinence élevée mesurent le nombre de collisions rapportées et le nombre d'animaux avec des marques ou des blessures récentes associées à des collisions. Les suivis déjà en place (réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins, suivi du trafic maritime, rapport de collisions, photo-identification des cétacés) sont de fiabilité intermédiaire dans le cas du premier indicateur et faible pour le deuxième. Les données sont également difficiles à obtenir, en particulier celles qui nécessitent un examen sur le site d'échouage et sont très coûteuses dans le cas des nécropsies complexes et des missions de photos en mer. De plus, elles sont souvent difficiles à interpréter avec certitude comme étant une preuve de collision.

La mesure de l'intensité et de la répartition du trafic maritime de la marine marchande a été cotée de pertinence moyenne car il s'agit d'une mesure indirecte de la menace, qui nécessite pour évaluer le risque de développer un couplage avec la répartition des mammifères marins. Toutefois, ce suivi remplit avantageusement les critères de fiabilité et de facilité, puisqu'il existe des données de qualité disponibles auprès de la Garde côtière canadienne (système d'information sur la navigation maritime : INNAV). De plus, à partir de ces données, couplées aux données des activités d'observation en mer (AOM) et d'autres données sur la répartition des mammifères marins, un modèle spatiotemporel du trafic maritime et des déplacements de mammifères marins peut être produit qui permet d'évaluer le risque de collisions mortelles. Aussi, l'application de ce modèle avec les

données mises à jour annuellement, servirait d'indicateur du suivi de l'évolution temporelle de ce risque avec une pertinence plus élevée.

Dérangement (espèces résidentes et migratrices)

Les indicateurs de pertinence élevée, concernant le dérangement des mammifères marins, mesurent la concentration de bateaux dans un rayon de conformité autour des cétacés et la fréquence des bateaux et de randonneurs à proximité des sites d'échouerie du phoque commun durant la saison d'utilisation importante. Les suivis déjà en place pour ces indicateurs sont les AOM et le réseau d'observation des mammifères marins (ROMM), tout deux de fiabilité intermédiaire, car ils sont dépendants de l'effort d'échantillonnage. Le suivi des projets de recherche qui ont lieu dans la ZPM (nombre de permis et nature des projets) a également été évalué de pertinence élevée puisque, dans certains cas, ils comportent un niveau de risque de dérangement assez élevé.

Altération des habitats (espèces résidentes et proies)

Les mesures de la fréquence, du lieu, de la superficie, du volume de dragage des chenaux et de dépôts de sédiment sont des indicateurs évalués très pertinents. Certains risques d'altération d'habitat, qui ne sont pas importants présentement dans la ZPM, ont également été pris en compte car ils pourraient l'être dans le futur. Il s'agit des activités de pêche et des projets de développement divers. Aussi, les mesures de l'intensité et la répartition des activités de pêche et du nombre et de la nature des projets de développement ont été évaluées de pertinence élevée. Les suivis de ces indicateurs sont fiables et faciles à réaliser. Le suivi de la variation des débits d'eau douce liée aux aménagements hydroélectriques locaux ou à proximité a été classé de pertinence intermédiaire car le lien direct avec l'altération des habitats n'est pas facile à interpréter à partir des connaissances actuelles.

Braconnage et abattage

La mesure du nombre d'incidents de braconnage constitue un indicateur très pertinent pour cette menace. Les données pour en faire le suivi (carcasses signalées ou SOS braconnage) s'obtiennent assez facilement quoique des nécropsies soient parfois requises pour confirmer le braconnage. Toutefois, ces données ne reflètent pas le nombre d'incidents réels de braconnage.

Empêtrement dans les engins de pêche

La mesure du nombre de prises accidentelles liées à la pêche, du type d'engin de pêche et espèces en cause est un indicateur évalué comme pertinent, mais son suivi au moyen du réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins (RQUMM) est peu fiable. Le suivi du nombre, de la durée et de la distribution des pêches est de pertinence intermédiaire, mais est fiable et facile d'utilisation pour les pêches établies.

Les indicateurs des effets potentiels sur les mammifères marins

Dans cette section, les indicateurs visent le suivi des effets potentiels qui découlent des menaces qui touchent les mammifères marins. Les indicateurs ont été regroupés en fonction des espèces résidentes (béluga et phoque commun), des espèces migratrices (cétacés) et des proies. Dans chacun de ces groupes, des indicateurs sont évalués pour chaque effet potentiel qui s'applique. Ces effets potentiels sont, entre autres, les mortalités, les maladies, les perturbations d'activités importantes et les pertes d'habitat. Ces effets auront une incidence sur les variables démographiques des espèces résidentes, sur la présence des rorquals dans la ZPM et sur les populations de proies.

Espèces résidentes : béluga et phoque commun

Maladies et mortalités

La fréquence des maladies est le seul indicateur de pertinence élevée proposé pour le suivi des maladies chez le béluga et le phoque commun. Le nombre de carcasses et leur distribution spatio-temporelle, le répertoire des causes de mortalité et la démographie des individus morts sont les indicateurs évalués pertinents pour le suivi des mortalités. Le RQUMM permet le suivi du nombre de carcasses et leur distribution spatio-temporelle. Par le RQUMM, les scientifiques concernés sont informés quand des carcasses sont retrouvées. Quand les carcasses sont en bonne condition, il est parfois possible de déterminer la cause de mortalité visuellement sur une photo prise sur le terrain (par exemple, un trou de balle sur un animal). Les nécropsies effectuées sur place, ou le plus souvent en laboratoire, sont la plupart du temps nécessaires pour déterminer les causes de mortalité. Ces données sont plus fiables, mais plus coûteuses. Pour le béluga, les nécropsies sont effectuées systématiquement via le programme de suivi des carcasses et permet d'identifier plusieurs causes de mortalité (cancer, pneumonie vermineuse, collisions, certaines infections, etc.). Cependant, l'état de décomposition avancée de certaines carcasses et d'autres facteurs résultent en un pourcentage important de décès dont les causes demeurent inconnues. Le programme de suivi des carcasses de bélugas permet également le suivi de la fréquence des maladies et de la démographie des individus morts.

Perturbation d'activités importantes

Un seul indicateur a été évalué de pertinence élevée, et celui-ci ne concerne que les phoques communs juvéniles. Il s'agit du suivi du nombre et de la localisation de jeunes isolés rapportés. Les autres indicateurs proposés sont des indicateurs indirects de perturbation, comme le suivi des modifications des patrons de plongée ou du masquage sonore des communications, qui dans les deux cas sont difficiles à réaliser.

Perte ou perturbation d'habitats utilisables

La mesure de l'intensité de fréquentation des bélugas aux zones d'agrégation importantes pour l'alimentation, les soins aux jeunes et la reproduction est l'indicateur proposé pour le suivi des habitats des bélugas et peut être obtenue via l'inventaire aérien annuel des bélugas. Malgré une variabilité assez forte d'une année à l'autre des inventaires, l'indicateur est assez fiable pour les tendances à long terme. Un nouveau suivi est proposé pour cet indicateur à certains sites d'utilisation intensive. Ces sites n'ont pas été ciblés, mais le site de Kamouraska a été proposé. La fiabilité de ce suivi est liée à

l'intensité des observations et à la qualité des interprétations. Les coûts sont associés à la présence d'observateurs aux sites pour une longue période.

La mesure de l'intensité de fréquentation des phoques communs aux échoueries selon la saison est prise à deux sites dans la ZPM via le suivi démographique du phoque commun aux échoueries du Bic et de Métis. Des survols aériens, sont proposés afin de couvrir la fréquentation de la totalité des échoueries. Des données récoltées de 1994 à 2000 constituent une bonne base pour ce suivi proposé. La fiabilité des résultats et de leur interprétation dépendra de l'effort d'observation, qui nécessitera un coût moyennement élevé pour être suffisant.

Variation de la population du phoque commun

L'évolution temporelle de l'abondance relative aux divers sites d'échouerie et du nombre de naissances aux sites témoins (Bic, Métis) sont les indicateurs évalués avec une pertinence élevée pour le suivi de la variation de la population. Le suivi démographique du phoque commun, de fiabilité intermédiaire, permet de suivre ces deux indicateurs. Cependant, ce suivi ne couvre que deux des sites d'échouerie utilisés par le phoque commun. Un suivi par survol aérien, comme réalisé de 1994 à 2000, permettrait de suivre l'ensemble des sites. On suggère donc de mettre en place ce suivi de la population au même titre que les survols aériens pour le béluga. La fiabilité des résultats et de leur interprétation dépendra de l'effort d'observation, qui nécessitera un coût moyennement élevé pour être suffisant.

Variation de la population du béluga

L'évolution temporelle d'abondance et de la distribution des bélugas, ainsi que la proportion de jeunes dans la population sont des indicateurs en lien direct avec la variation de la population. Également, une expansion de sa distribution peut indiquer une augmentation de la population. La proportion de jeunes dans la population est une indication de la capacité des bélugas à se reproduire. La fiabilité des inventaires aériens pour en faire le suivi est dépendante de la variabilité de la distribution des bélugas et de l'analyse statistique des résultats. Cette variation limite son utilité pour une détection rapide de problèmes. De plus, les relevés sont réalisés seulement en été (juillet à septembre). La méthodologie est mise au point et est relativement abordable.

Le taux de gestation chez les femelles adultes peut être très révélateur de la santé d'une population. Cependant, l'indicateur proposé, le dosage de progestérone dans le lard pour évaluer la proportion de femelles gestantes, est une mesure indirecte de cette variable. De plus, les protocoles d'analyse ne sont pas encore au point et il est difficile d'échantillonner assez d'individus pour obtenir un aperçu fiable de la population.

<u>Espèces migratrices : cétacés</u>

Mortalités

Le nombre de carcasses et leur distribution spatio-temporelle ainsi que les causes de mortalités sont les indicateurs de pertinence élevée pour le suivi de la mortalité des espèces migratrices. Le RQUMM permet le suivi du nombre de carcasses et leur distribution spatio-temporelle. La fiabilité de cet indicateur dépend de son niveau de corrélation avec la mortalité réelle dans la population entière et il comporte des biais liés à

la couverture spatiale hétérogène. Par le RQUMM, les scientifiques concernés sont informés quand des carcasses sont retrouvées. Quand les carcasses sont en bonne condition, il est parfois possible de déterminer la cause de mortalité visuellement sur une photo prise sur le terrain (par exemple, un trou de balle sur un animal). Les nécropsies effectuées sur place sont la plupart du temps nécessaires pour déterminer les causes de mortalité et en faire le suivi. Cependant, l'état de décomposition avancée de certaines carcasses et d'autres facteurs résultent en un pourcentage important de décès dont les causes demeurent inconnues. Les données provenant des nécropsies sont plus fiables, mais plus coûteuses, surtout pour le rorqual bleu.

Perturbation d'activités importantes

Les indicateurs proposés sont des indicateurs indirects de perturbation, comme le suivi des modifications des patrons de plongée ou du masquage sonore des communications, qui dans les deux cas sont de fiabilité intermédiaire et difficiles à réaliser.

Variation de l'utilisation de la ZPM par les rorquals

Quatre indicateurs proposés sont de pertinence élevée, l'abondance relative interannuelle des rorquals, leur temps de résidence moyen par individu sur une base annuelle (rorqual bleu et rorqual commun), un indice de fréquentation et le nombre d'individus de rorqual bleu fréquentant l'estuaire du Saint-Laurent. Les AOM et les recensements visuels des rorquals le long de transects permettent de suivre leur abondance annuelle et la distribution spatiale et temporelle des densités par espèce chaque année. Plus spécifiquement, les suivis visuels et les techniques de photo-identification des cétacés recensent les individus de rorquals bleus fréquentant l'estuaire. Une indication de l'abondance interannuelle des rorquals peut également être obtenue via le ROMM. Deux nouveaux suivis sont proposés, soit le suivi par télémétrie satellite à partir duquel on peut obtenir le temps de résidence moyen par individu (rorqual bleu et rorqual commun) sur une base annuelle et un suivi par acoustique passive à des sites stratégiques qui nous donnerait un indice de leur fréquentation de la zone. Les observations bénévoles du ROMM sont des données faciles à obtenir, mais dont la valeur comme indicateur est peu fiable. Les recensements visuels annuels effectués sont les plus susceptibles d'être fiables, mais leurs coûts sont très élevés. Les AOM sont dépendantes de l'activité en mer des opérateurs. Toutefois les données sont récoltées systématiquement et par des observateurs formés. Les coûts des appareils acoustiques passifs lors de la mise en place du réseau justifient la cote «3» pour la facilité. Cependant sur du long terme ces coûts seront compensés par leur fonctionnement automatique en continu.

<u>Les proies des mammifères marins</u>

Disponibilité et qualité du krill

Les indicateurs pertinents visent le suivi de la répartition, la biomasse, la densité et la condition du krill. Les suivis existants dans la ZPM sont cependant cotés peu faciles et peu fiables, exception faite du suivi à la station de Rimouski. Ce suivi permet d'établir les variations interannuelles du succès de recrutement du krill. Ces variations interannuelles représentent un facteur de premier ordre pour expliquer les variations de biomasse dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Le suivi hebdomadaire des proies du PMSSL, coté intermédiaire, quoique couvrant très peu la ZPM, apporte de l'information sur la disponibilité du krill à proximité de la région d'intérêt. Un suivi annuel utilisant des outils

semblables (relevés acoustiques), mais utilisant un protocole différent, est proposé pour le suivi de la disponibilité du krill dans la ZPM avec une meilleure cote de fiabilité et de facilité que les suivis existants.

Un seul indicateur concerne la qualité du krill, soit l'indice de condition. Le protocole pour le suivi de cet indicateur devra être développé. Également, de manière à évaluer la valeur énergétique et nutritionnelle du krill disponible pour les mammifères marins, les experts ont suggéré l'identification des deux espèces de krill lors du suivi de la répartition, de la biomasse et de la densité.

Disponibilité et qualité des poissons

Deux indicateurs, l'abondance et la répartition des poissons, sont de pertinence élevée pour le suivi de la disponibilité des poissons. Un indice de condition des principales proies et les effets biologiques des contaminants sur la qualité des proies sont les indicateurs de pertinence élevée pour le suivi de la qualité des poissons.

Les suivis des indicateurs de l'abondance et de la répartition des poissons ont été évalués séparément pour les diadromes, les démersaux et les pélagiques, puisque ces poissons occupent des milieux différents et que les méthodes pour en faire le suivi ne sont pas nécessairement les mêmes.

Les pélagiques de la ZPM ne sont couverts que par le suivi des juvéniles d'éperlan-arc-en-ciel, du ministère des ressources naturelles et de la faune (MRNF). Ce suivi est coté intermédiaire pour la facilité et la fiabilité. Le suivi hebdomadaire des proies du PMSSL, coté intermédiaire, apporte de l'information sur la répartition et l'abondance des pélagiques comme le capelan et le hareng, mais seulement à proximité de la ZPM. Un relevé acoustique annuel est proposé pour étendre le suivi des pélagiques sur tout le territoire de la ZPM. Ce suivi permet pour le moment de différencier les poissons avec vessie natatoire (ex. : capelan, hareng) des poissons sans vessie natatoire (ex. : lançon, maquereau). Une méthode devra être mise au point pour arriver à distinguer les espèces différentes, par exemple entre le capelan et le hareng qui possèdent tous les deux une vessie natatoire.

Les diadromes sont assez bien suivis dans l'estuaire moyen par le MRNF avec le réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire (RIPE), le suivi de l'abondance de l'anguille argentée, le suivi des débarquements de l'esturgeon et le suivi des saumons dans les rivières. Ces suivis permettent d'obtenir une image de la fluctuation d'abondance de plusieurs espèces côtières. Ces suivis sont cotés d'élevé à intermédiaire autant pour la fiabilité que pour la facilité. Cependant, la rive nord de l'estuaire moyen et l'estuaire maritime est peu couverte. La répartition des diadromes peut être suivie via les statistiques de pêche du MRNF.

La biomasse et la répartition des démersaux sont bien évaluées par les relevés multispécifiques, mais seulement dans l'estuaire maritime pour des profondeurs de 30 m et plus. Donc, l'estuaire moyen, zone importante de fréquentation pour le béluga qui consomme entre autres des poissons démersaux, n'est couvert par aucun suivi.

Des indices de composition de l'alimentation (isotopes stables, acides gras, contenus stomacaux, contaminants) ont été évalués de pertinence intermédiaire. Bien qu'aucune de

ces méthodes n'offre de réponse définitive, leur potentiel sera maximal lorsqu'utilisées en complément avec à d'autres techniques.

Les protocoles de suivi des deux indicateurs sur la qualité des proies devront être développés.

Perturbation et perte d'habitats utilisables par les proies

Les indicateurs de pertinence élevée concernent les frayères, qui sont parmi les habitats les plus importants pour les poissons, proies des phoques communs, des bélugas et de certains rorquals. Leur fidélité à ces sites et le suivi du changement de leurs caractéristiques physiques renseignent sur l'intégrité de ces habitats. Cependant, la localisation des frayères pour plusieurs proies est encore peu connue. Cet indicateur nécessite, également, de pouvoir capter la période de fraie. Le réseau capelan est peu fiable dans son état actuel, car les données fournies proviennent du grand public et le contrôle de la qualité en est donc restreint. De plus, l'effort d'échantillonnage n'est pas systématique. En augmentant l'effort (par une promotion accrue auprès des observateurs), ce suivi pourrait augmenter en représentativité. La connaissance de la localisation des sites et de la période de frai augmentera la fiabilité et la facilité du suivi par imagerie. Le réseau des observateurs du capelan est peu coûteux, tandis que l'imagerie exige plusieurs sorties en mer. Le suivi des frayères d'éperlan, réalisé par le MRNF, est bien établi et rodé, cependant, l'éperlan frayant dans les rivières, cet habitat n'est pas dans la ZPM.

Plusieurs proies du béluga et du phoque commun utilisent les marais, les zostéraies et les bancs de laminaires durant leurs stades juvéniles (hareng, poulamon, éperlan, morue, plie) comme site d'alimentation, de repos, ou de protection. Cependant, l'indicateur concernant le changement d'aire de couverture de ces milieux a été évalué de pertinence intermédiaire, puisqu'avec les connaissances actuelles, nous ne sommes pas en mesure d'évaluer si un changement de ces aires se traduirait nécessairement par un changement quantifiable dans la disponibilité des proies. Le suivi par photos-satellites et le suivi des fonds marins par imagerie sont des méthodes appropriées pour cet indicateur, mais leur fiabilité doit être explorée.

Les indicateurs pour l'état de l'écosystème

Cette section couvre les indicateurs qui portent sur des aspects plus généraux des écosystèmes applicables à l'ensemble des mammifères marins et de leurs proies. Lors de la revue par les pairs, cette section a suscité beaucoup de discussions auprès des participants au sujet de l'évaluation de la pertinence des indicateurs de nature physico-chimique. Tous s'entendaient sur le fait que le lien de ces indicateurs avec les mammifères marins, leurs proies et leurs habitats étaient le plus souvent indirect ou inconnu et donc méritait tout au plus la cote 2. Tous s'entendaient, également, sur le fait que la structure physico-chimique du système est la base de l'écosystème biologique. Aussi, des indicateurs, qui signaleront les changements potentiels de la structure physico-chimique pouvant affecter directement ou indirectement les composantes biologiques, doivent être identifiés. Ces variables deviennent en quelque sorte des variables explicatives de changements qui pourraient survenir au niveau biologique. Il a donc été décidé d'évaluer les indicateurs écosystémiques selon deux aspects : l'aspect physico-chimique et l'aspect biologique du système.

Au niveau de l'aspect physico-chimique, six indicateurs sont de pertinence élevée. L'évolution des caractéristiques du régime hydrologique lié à l'eau douce entrant dans l'estuaire, les changements spatio-temporels des conditions océanographiques et les caractéristiques de la couverture de glace sont les indicateurs physiques pour lesquels il existe déjà des suivis. Ceux-ci sont tous très fiables et faciles à moyennement faciles à réaliser. Ce sont des suivis bien établis comme le suivi du débit d'eau douce à la station de Québec, le suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL, le réseau de thermographes, le suivi héliporté des eaux hivernales, la télédétection des températures de surface, le programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA) et le réseau de bouées en direct. Un indicateur de la structure physique et de l'évolution des caractéristiques du régime hydrologique lié au ratio ouverture vs fermeture de la valve à zooplancton, exige le développement de nouveaux suivis dont la fiabilité et la facilité est moindre à cause du traitement de données plus complexes, des coûts élevés ou du besoin de parfaire la méthode. Le suivi de la contamination du milieu dans lequel vivent le béluga et le phoque commun est également proposé. Ce suivi est complexe en raison du déclin de certains contaminants chimiques toxiques ainsi que de l'émergence de nouveaux contaminants. De manière à bien représenter le milieu, un suivi de la contamination des sédiments et d'une espèce résidente à courte vie est suggéré. Ces mesures sont très fiables et de facilité intermédiaire sauf pour le taux de contaminants dans l'eau dont les analyses sont délicates et coûteuses.

Au niveau de l'aspect biologique, les indicateurs de pertinence élevée concernent les communautés de phytoplancton, de zooplancton, de benthos, de poissons et des mammifères marins, dont le maintien et la diversité reflète la santé et l'équilibre de l'écosystème. Plusieurs programmes existent déjà pour ces indicateurs et permettent le suivi de la biomasse, de la répartition ou de la diversité de ces communautés. Il s'agit du PMZA, des relevés multi spécifiques de l'estuaire maritime, de la télédétection de la productivité primaire, du programme de monitorage des algues toxiques, du programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques, du suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL, du RIPE, des inventaires aériens des bélugas, des recensements visuels des cétacés, des AOM, du RQUMM et des *Nouvelles du large*. Ces suivis sont de fiabilité moyenne à faible et pour la plupart de facilité intermédiaire. Aucun suivi des communautés benthiques n'existe à ce jour. Pour ce faire, deux nouveaux suivis sont proposés, soit l'utilisation de l'imagerie de fond marin pour le suivi de l'épibenthos et l'échantillonnage de l'endobenthos, qui est cependant plus coûteux et requiert une logistique plus lourde et un travail d'identification fastidieuse en laboratoire. Étant donné le lien direct entre leur changement potentiel et leurs effets sur les composantes biologiques, deux indicateurs de nature physique sont évalués pertinents au niveau de l'aspect biologique. Il s'agit des caractéristiques de la couverture de glace et des changements spatio-temporels des conditions océanographiques.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cet exercice d'évaluation, réalisé par des scientifiques de diverses expertises, offre aux gestionnaires un outil précieux pour la mise en place du plan de suivi écologique de la ZPM Estuaire du Saint-Laurent. Il va de soi que les 54 indicateurs pertinents proposés lors de cette évaluation ne pourront pas tous faire l'objet d'un suivi. Toutefois, les indicateurs et suivis proposés pour chacune des menaces et chacun des effets potentiels ainsi que les critères simples et judicieux utilisés pour en faire l'évaluation aideront les gestionnaires

à faire des choix éclairés en fonction des ressources humaines et financières qui prévaudront au moment de la mise en œuvre du suivi.

Des indicateurs de pertinence élevée sont proposés pour chacune des menaces et de leurs effets potentiels sur les mammifères marins, sauf pour la perturbation d'activités importantes des cétacés. Certains indicateurs et suivis devront être précisés et bonifiés en fonction des connaissances scientifiques qui s'ajouteront dans le futur. Par exemple, une meilleure connaissance de l'habitat et de l'alimentation du béluga et du phoque commun est requise. Il en va de même pour les localisations des frayères des proies de ces deux espèces.

Les programmes existants permettent le suivi d'un bon nombre d'indicateurs avec une fiabilité et une facilité acceptable. Parmi ceux-ci certains doivent être étendus pour couvrir le territoire de la ZPM. Par exemple, le suivi ichthyologique effectué par le MRNF dans l'estuaire moyen devrait être étendu à la rive nord, incluant le suivi à St-Iréné, qui a été récemment suspendu et devrait être remis sur pied. Également, un suivi semblable devrait être instauré pour les espèces côtières de l'estuaire maritime. Au moins le quart des indicateurs nécessitent la mise en place de nouveaux suivis. Entre autres, les contaminants (anciens et nouveaux) dans le sédiment et l'eau ainsi que dans les proies des bélugas et des phoques communs ne font l'objet d'aucun suivi actuel. Il en va de même pour la menace du bruit dans l'eau. La disponibilité des proies est un effet potentiel peu couvert par les suivis existants, particulièrement pour le krill, les poissons pélagiques et les démersaux de l'estuaire moyen. Également, la mise en place d'un suivi du fond marin et de la circulation océanique permettrait une évaluation de l'évolution des habitats des différentes espèces ciblées et des changements du milieu dans lequel elles vivent. En général, la facilité de réalisation d'un suivi diminue lorsqu'on cherche à augmenter sa fiabilité, étant donné que la fiabilité est souvent dépendante de l'effort de l'échantillonnage.

Lors de l'évaluation par les pairs, certaines recommandations ont été formulées pour le développement du plan de suivi. Les voici :

- Un seul indicateur peut en soit être peu fiable, mais la combinaison de quelques-uns donnera de la force et de la confiance à un même signal.

- Quoique, pour plusieurs indicateurs, il soit proposé un suivi annuel, dans un contexte de ressources financières réduites, il est suggéré d'espacer les périodes d'échantillonnage des suivis plutôt que de diminuer leur nombre ou leur qualité. Un suivi de qualité, qui revient tous les 5 ans par exemple, devrait avoir un impact décisionnel plus grand qu'un suivi annuel dont on diminue l'intensité. Les différents suivis devraient être planifiés en alternance d'une année à l'autre.

- Le suivi de la présence des rorquals et de la disponibilité du krill devrait être étendu au golfe. Par exemple, le fait qu'il n'y a pas de rorquals dans la ZPM une année, ne signale pas nécessairement un problème, mais veut peut-être simplement dire qu'ils sont ailleurs dans le golfe. Cette information est nécessaire pour évaluer l'efficacité de la ZPM dans l'atteinte de ses objectifs de conservation.
- Les suivis qui concernent les espèces résidentes devraient également être réalisés en saison hivernale.

- Seule une petite partie des espèces pêchées fait l'objet de statistiques de pêche dans le territoire. Il existe peu de suivis spécifiques à l'aire d'intérêt, soit la ZPM, et cette lacune devrait être corrigée.
- Certains suivis ne sont pas assurés et sont importants pour la ZPM Estuaire du Saint-Laurent (Ex. : Programme de suivi des carcasses de bélugas, Suivis démographiques du phoque commun de l'estuaire, Programme de monitorage des algues toxiques)
- Les divers organismes gouvernementaux (ex. MPO, MRNF, PMSSL) impliqués doivent s'allier et se concerter pour augmenter l'efficacité de l'ensemble des suivis liés à la protection des mammifères marins, de leurs habitats et de leurs proies.

REMERCIEMENTS

Ce document est le résultat de l'apport précieux des nombreux scientifiques, experts dans différents domaines, qui ont participé aux divers ateliers et à la revue par les pairs de mai 2011 : Hugues Bouchard, Guy Cantin, Clément Chion, Catherine Couillard, Charley Cyr, Thomas Doniol-Valcroze, Jean-Denis Dutil, Peter Galbraith, Jean-François Gosselin, François Grégoire, Mike Hammill, Richard Larocque, Pierre Larouche, Diane Lavoie, Michel Lebeuf, Véronique Lesage, Ian McQuinn, Lena Measures, Nadia Ménard, Arnaud Mosnier, Pierre Nellis, Patrick Ouellet, Émilien Pelletier, Stéphanie Pieddesaux, Stéphane Plourde, Nathalie Roy, Robert Roy, Claude Savenkoff, Michael Scarratt, Yvan Simard, Michel Starr, Guy Verrault.

De plus, nous remercions les présidents qui ont assuré la tâche exigeante de manœuvrer les tables de discussions lors de l'évaluation des indicateurs et suivis. Il s'agit de Susan Dionne, Jacques Gagné, Denis Gilbert et Claude Rouleau. Nous remercions également Guy Cantin, Susan Dionne et Nadia Ménard qui nous ont apporté leur aide et expérience lors de la préparation de la revue et Charley Cyr pour son soutien tout au long de ce processus. Merci à Thomas Doniol-Valcroze et Guy Cantin pour avoir révisé la version antérieure de ce manuscrit.

RÉFÉRENCES

Beauchamp, J., H. Bouchard, P. de Margerie, N. Otis, J.-Y. Savaria. 2009. Programme de rétablissement du rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*), population de l'Atlantique Nord-Ouest au Canada, Série de Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Québec, *vi* + 64 p.

Dubé, Y., M.O. Hammill et C. Barrette. 2003. Pup development and timing of pupping in Harbour Seals in the St. Lawrence River estuary, Canada. Can. J. Zool. 81 : 188-194.

Lemieux Lefebvre, S., R. Michaud, V. Lesage et D. Berteaux. 2012. Identifying high residency areas of the threatened St. Lawrence beluga whale from fine-scale movements of individuals and coarse-scale movements of herds. Mar. Ecol. Prog. Ser. 450 : 243-257.

Lesage, V. 1999. Trophic relationships, seasonal diving activity and movements of harbour seals, *Phoca vitulina concolor*, in the St. Lawrence river estuary, Canada. Thèse (Ph.D.) University of Waterloo, Waterloo (Ontario). xxii + 231 p.

Michaud, R. 1993. Distribution estivale du béluga du St-Laurent; synthèse 1986-1992. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1906 : vi + 28 p.

MPO. 2000. Atelier scientifique sur les mammifères marins, leurs habitats et leurs ressources alimentaires dans le cadre de l'élaboration du projet de zone de protection marine de l'estuaire du Saint-Laurent du 3 au 7 avril 2000. 345p.

MPO. 2007. Compte-rendu de l'atelier de travail sur le béluga de l'estuaire du Saint-Laurent – revue de programme de suivi des carcasses. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu. 2007/005.

MPO. 2011. Processus consultatif scientifique régional sur l'examen du plan de suivi écologique de la zone de protection marine Estuaire du Saint-Laurent ; 3 au 5 mai 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2011/037.

MPO. 2012a. Développement d'un plan de suivi écologique de la ZPM de l'Estuaire du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2012/039.

MPO. 2012b. Programme de rétablissement du béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent au Canada, Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Pêches et Océans Canada, Ottawa, 93 + XI p.

Mosnier, A., V. Lesage, J.-F. Gosselin, S. Lemieux-Lefebvre, M.O. Hammill et T. Doniol-Valcroze. 2010. Information pertinente à la documentation de l'utilisation de l'habitat par le béluga du St-Laurent (*Delphinapterus leucas*) et à la quantification de la qualité de l'habitat. Pêches et Océans Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2009/098 : iv +35 p.

Pippard, L. et H. Malcolm. 1978. White whales (*Delphinapterus leucas*): observations on their distribution, population and critical habitats in the St. Lawrence and Saguenay Rivers. The Department of Indian and Northern Affairs, Parks Canada. Manusc. Rep. 159p. Disponible à l'Institut Maurice Lamontagne, P.O. Box 1000, 850 Route de la mer, Mont-Joli, QC, CAN, G5H 3Z4.

Pomeroy, R.S., J.E. Parks et L.M. Watson. 2006. Comment va votre AMP ? Guide sur les indicateurs naturels et sociaux destinés à évaluer l'efficacité de la gestion des aires marines protégées. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. xvi + 232 p.

Provencher, L. et Nozères, C. 2011. Protocole de suivi des communautés benthiques de la zone de protection marine Manicouagan. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2011/051 : iv +25 p.

Rice, J. C., et M-J. Rochet. 2005. A framework for selecting a suite of indicators for fisheries management. ICES Journal of Marine Science, 62 : 516-527.

Savaria, J.-Y, G. Cantin, L. Bossé, R. Bailey, L. Provencher et F. Proust. 2003. Compte rendu d'un atelier scientifique sur les mammifères marins, leurs habitats et leurs ressources alimentaires, tenu à Mont-Joli (Québec) du 3 au 7 avril 2000, dans le cadre de l'élaboration du projet de zone de protection marine de l'estuaire du Saint-Laurent. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2647 : v + 127 p.

ANNEXE 1. LISTE ET DESCRIPTION DES SUIVIS DANS LE SECTEUR DE LA ZPM ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

LISTE DES SUIVIS EXISTANTS

E1 *Suivis démographiques du phoque commun de l'estuaire*

E2 *Inventaires périodiques de la population de bélugas par relevés aériens*

E3 *Surveillance de certains sites utilisés par le béluga*

E4 *Photo-identification des cétacés (catalogues des individus)*

E5 *Réseau d'observation de mammifères marins*

E6 *Recensements visuels des rorquals*

E7 *Activités d'observation de mammifères marins en mer*

E8 *Réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins*

E9 *Programme de suivi des carcasses de bélugas*

E10 *Nouvelles du large*

E11 *Programme de monitorage de la zone Atlantique*

E12 *Évaluation de la biomasse du zooplancton*

E13 *Relevés de pêche multispécifique pour l'évaluation des stocks*

E14 *Statistiques de la pêche commerciale*

E15 *Réseau des observateurs du capelan*

E16 *Réseau de suivi de la zostère*

E17 *Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire*

E18 *Suivi des frayères d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent*

E19 *Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent*

E20 *Suivi de l'abondance de l'anguille argentée*

E21 *Suivi des débarquements de l'esturgeon noir dans l'estuaire du Saint-Laurent*

E22 *Suivi des saumons dans les rivières*

E23 *Suivi hebdomadaire des proies des mammifères marins*

E24 *Réseau de thermographes*

E25 *Suivi héliporté des eaux hivernales*

E26 *Télédétection de la température de surface*

E27 *Télédétection de la couleur et de la productivité primaire de l'océan*

E28 *Programme de monitorage des algues toxiques*

E29 *Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques*

E30 *Suivi des effets biologiques des contaminants chez les myes*

E31 *Suivi du trafic maritime via un système d'information sur la navigation*

E32 *Rapports de collisions et blessures sur les mammifères marins*

E33 *Réseau de bouées en direct*

E34 *Suivi du débit d'eau douce à Québec*

E35 *Suivi de la couverture de glace*

LISTE DES SUIVIS PROPOSÉS

P1 *Suivi du bruit environnant et des vocalisations des rorquals et du béluga par acoustique passive à des sites fixes / écoute en continu*

P2 *Suivi du bruit environnant et des vocalisations de rorquals et du béluga par acoustique passive à des sites étendus / écoute ponctuelle*

P3 *Suivi des rorquals par télémétrie satellite*

P4 *Suivi des bélugas à certaines aires d'utilisation intensive*

P5 *Suivi des phoques par inventaire aérien*

P6 *Suivi des modifications du comportement de plongée du béluga et des rorquals*

P7 *Suivi de la diète du béluga et du phoque commun au moyen de traceurs chimiques*

P8 *Biopsies sur des bélugas vivants*

P9 *Suivi des contaminants chimiques toxiques dans les proies du phoque commun et du béluga*

P10 *Suivi des poissons pélagiques par relevés acoustiques annuels*

P11 *Suivi de la biodiversité de l'ichtyoplancton*

P12 *Suivi du krill par relevés acoustiques annuels*

P13 *Indice de transport du krill pendant le jour*

P14 *Suivi de la valve à zooplancton par acoustique passive*

P15 *Suivi des données de vent comme proxy de l'hydrodynamisme*

P16 *Suivi par modélisation 3D de la circulation océanique*

P17 *Suivi des contaminants chimiques toxiques dans l'eau et le sédiment*

P18 *Suivi du fond marin par imagerie*

P19 *Suivi des communautés endobenthiques*

P20 *Suivi de la superficie des marais et zostéraies*

DESCRIPTION DES SUIVIS

SUIVIS EXISTANTS

E1 Suivis démographiques du phoque commun de l'estuaire

Le phoque commun de l'estuaire a fait l'objet de plusieurs projets de recherche menés par le MPO et ses collaborateurs depuis le milieu des années 1990. Ces travaux ont permis l'établissement de séries temporelles sur plusieurs aspects de la démographie de cette espèce dans l'estuaire. Par exemple, des travaux sur les nouveau-nés ont permis d'évaluer le nombre annuel de naissances à deux sites (Bic et Métis) et le taux moyen de croissance durant la période précédant le sevrage à un site (Bic). Le décompte annuel des nouveau-nés est mené maintenant par l'Université Laval et permet de suivre le succès reproducteur. Un indice qui permettrait d'évaluer la chance de survie à long terme des animaux en fonction du taux de croissance des jeunes pendant la lactation est en développement. Le financement de ce programme est assuré jusqu'en 2013 et a de bonnes chances d'être poursuivi par la suite.

E2 Inventaires périodiques de la population de bélugas par relevés aériens

Depuis 1988, 36 relevés systématiques aériens (28 visuels et 8 photographiques) ont été réalisés par le MPO à intervalle de 3 à 5 ans, entre Rimouski et Petite-Rivière-Saint-François, dans le but d'évaluer l'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent. Ces relevés permettent le suivi de la tendance de la population et de la répartition des animaux. Les relevés photographiques permettent aussi d'évaluer le nombre de jeunes.

E3 Surveillance de certains sites utilisés par le béluga

Parcs Canada poursuit un projet d'observation des bélugas dans le PMSSL sur 2 sites différents : de 2003-2008 à la baie Ste-Marguerite et de 1998-2011 à Pointe Noire près de l'embouchure du Saguenay. Les observations s'effectuent à partir de la rive au moyen de jumelles avec télémètre et boussole intégrés. Il s'agit de mieux comprendre l'utilisation de ces secteurs par les bélugas ainsi que d'y évaluer l'intensité du trafic maritime.

E4 Photo-identification des cétacés (catalogues des individus)

Les patrons de pigmentation et de marques externes documentées par photographie servent à identifier les cétacés individuellement, ce qui permet ainsi d'étudier leur fréquentation de l'estuaire du Saint-Laurent. Cette technique permet aussi de suivre les déplacements, l'organisation sociale et les comportements des baleines. Plusieurs organismes de recherche entretiennent des catalogues d'identification photographique des cétacés dans le Saint-Laurent. Le catalogue du MICS (Mingan Island Cetacean Study) contient plus de 400 rorquals bleus identifiés depuis 1979 dans le nord du Golfe et l'estuaire du Saint-Laurent. Le groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM) détient pour sa part un catalogue des bélugas, des rorquals et autres cétacés de l'estuaire depuis 1986. Parcs Canada contribue à la logistique et au financement de ce suivi. L'ORES (Ocean Research and Education Society) a également développé un catalogue pour le petit rorqual. Le MPO contribue régulièrement aux catalogues du MICS et du GREMM. Depuis 2007, le réseau d'observation de mammifères marins (ROMM) contribue à celui du MICS et du centre d'éducation et de recherche de Sept-Îles (CERSI) avec l'identification photographique des grands cétacés présents dans

le secteur au large de la péninsule gaspésienne. Le ROMM ainsi que le centre d'étude et de protection de la baleine Noire du Saint-Laurent (CEPBaN) contribuent au catalogue du NEAQ (New England Aquarium) en signalant les baleines noires observées occasionnellement en Gaspésie.

E5 Réseau d'observation de mammifères marins

Le ROMM est un organisme à but non lucratif voué à la protection et à la conservation des cétacés et des pinnipèdes, et de leurs habitats. À la base de l'organisme se trouve un réseau bien instauré de membres observateurs qui couvrent différents secteurs, incluant des excursionnistes, des parcs de conservation et des transporteurs maritimes. Depuis 1998, ces observateurs recueillent des données sur les baleines et les phoques observés tout au long de leur saison d'activité dans le cadre d'un vaste projet d'observation environnemental visant à mieux connaître la répartition de ces animaux dans le Saint-Laurent. (http://www.romm.ca/)

E6 Recensements visuels des rorquals

Afin de caractériser la fréquentation et l'utilisation saisonnière de l'estuaire par les rorquals, Parcs Canada, le GREMM et le MPO, dans le cadre de projets complémentaires, effectuent des recensements visuels des cétacés le long de transects déterminés, ce qui permet d'obtenir la distribution spatiale et temporelle des espèces chaque année. Par exemple, Parcs Canada, lors de son suivi hebdomadaire sur les proies, effectue simultanément le dénombrement des prédateurs le long des transects de sondage acoustique (Voir E23). Un dénombrement se fait également par voie terrestre dans deux des trois habitats prioritaires ciblés dans le cadre du programme 'agir sur le terrain pour les baleines en péril au parc marin'. Le GREMM, en collaboration avec Parcs Canada, effectue depuis 2006 un suivi temporel plus systématique des rorquals bleus et autres mammifères marins du parc marin par des relevés hebdomadaires auxquels sont couplés des efforts de photo-identification dans le cas des rorquals bleus. Le MPO a commencé en 2009 des relevés complémentaires dans la zone située en aval du parc marin. Des données sur le nombre et l'identité des rorquals bleus fréquentant l'estuaire (et le nord-ouest du golfe) sont également récoltées par le MICS depuis 1987. Le ROMM collige également des données sur le nombre d'observations de rorquals bleus dans cette région.

E7 Activités d'observation de mammifères marins en mer

Le GREMM et Parcs Canada effectuent un suivi des activités d'observation en mer des mammifères marins (AOM) depuis 1994 grâce à des observateurs placés sur les bateaux d'excursion. Les objectifs de cette étude sont : 1) de caractériser les AOM; 2) d'évaluer la répartition des mammifères marins aux sites d'observation; 3) de mesurer l'impact des mesures de gestion en vigueur dans la région. Les données récoltées sont les suivantes : présence des mammifères marins et des embarcations, activité du bateau d'excursion (en déplacement ou en observation de cétacés ou autres composantes du milieu) et les conditions météorologiques. Les observations visuelles, prises en notes toutes les dix minutes, sont reliées à des points GPS. De plus, un projet pilote utilisant le système AIS est en cours au PMSSL depuis 2011. Ce projet, impliquant les entreprises d'excursions et Parcs Canada, fournit des informations qui pourront contribuer au suivi AOM dans le PMSSL. La zone d'étude couverte par ce projet a été agrandie en 2005 dans le but d'inclure le territoire de la future ZPM Estuaire du Saint- Laurent. Le suivi de cette nouvelle aire a été suspendu en 2010. Depuis 2006, le ROMM fait un suivi similaire autour

de la péninsule gaspésienne.

E8 Réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins

Entre 1982 et 2002, le MPO et l'Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent ont fait un suivi des échouages de mammifères marins dans l'estuaire du St-Laurent. Le GREMM a pris en charge ce suivi depuis 2003 et a créé en 2004 un réseau québécois d'urgences pour les mammifères marins (RQUMM) en difficulté, en collaboration avec treize partenaires dont le MPO et Parcs Canada. Un des mandats du réseau est de favoriser l'acquisition de connaissances auprès des animaux morts, échoués ou à la dérive dans les eaux du Saint-Laurent québécois. Quand les carcasses de ces animaux sont en bonne condition, il est possible de déterminer les causes de mortalité, soit sur place quand la cause est évidente (ex. un trou de balle de fusil) ou en les transportant à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal pour y effectuer une nécropsie pour les espèces assez petites pour être déplacées. Pour le béluga, ceci se fait via le programme de suivi des carcasses de bélugas (voir E9). Pour les autres espèces, le transport des carcasses se fait quand les ressources financières sont disponibles.

E9 *Programme de suivi des carcasses de bélugas*

Le programme de suivi des carcasses de Pêches et Océans Canada est effectif depuis 1982. Depuis 2003, les carcasses échouées sont signalées au ministère, par le GREMM et le RQUMM. Des chercheurs de l'Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent prélèvent des échantillons des carcasses échouées sur la plage ou transportent celles-ci à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal où les pathologistes déterminent la cause de la mortalité. Ce programme comporte trois volets : suivi, échantillonnage et nécropsie (examen *post-mortem*). Le volet sur le suivi permet de documenter les cas de mortalité. Le volet sur l'échantillonnage permet de récolter des échantillons de tissus pour la détermination de l'âge et du sexe et d'établir la tendance temporelle de la contamination de la population de bélugas par des composés organiques persistants et toxiques d'origine anthropique (BPC, DDT, Mirex, PBDE). Les nécropsies permettent de documenter des lésions, comme le cancer, des anomalies, et des infections. Lors des nécropsies, les contenus stomacaux des bélugas sont prélevés; cependant, peu de bélugas échoués présentent des restes de proies identifiables dans leur tractus digestif. Une évaluation de ce programme a été réalisée lors d'un atelier en 2007 (MPO 2007). Quoique ce programme se soit révélé important dans la détermination des menaces potentielles pesant sur le rétablissement de la population, sa continuité demeure incertaine à partir de 2012.

E10 Nouvelles du large

Le GREMM a monté un réseau d'observateurs de mammifères marins localisés de Tadoussac à Percé, en passant par Anticosti. Ce réseau informe le GREMM de la présence de mammifères marins et/ou d'événements particuliers dans chacune des régions. Ces informations sont ensuite compilées par le GREMM et font l'objet de nouvelles transmises aux observateurs et aux abonnés du site '*Les nouvelles du large*'. (bed2.gremm.org/fra//pag.php?PagRef=Nws&Nwsld).

E11 Programme de monitorage de la zone Atlantique

Le programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA) a été mis en œuvre en 1998 et implique les régions du Golfe, du Québec, des Maritimes et de Terre-Neuve du MPO. Il vise à suivre et prévoir les changements de productivité et d'état du milieu marin, en récoltant et en analysant les données biologiques, physiques et chimiques requises pour caractériser la variabilité océanique et pour établir des relations entre les variables biotiques et abiotiques. Il utilise des programmes existants et les complète au besoin. L'échantillonnage régulier comprend des mesures de température, salinité, fluorescence, oxygène, nitrates, phosphates et silicates, ainsi que la collecte d'échantillons de phytoplancton et de zooplancton. Un élément clé du programme est l'échantillonnage océanographique à des stations fixes et le long de transects. Les stations fixes sont visitées environ toutes les deux semaines, en fonction des conditions climatiques, et les transects sont échantillonnés de 1 à 2 fois durant l'année.
(http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/azmp-pmza/index-fra.html)

Station de monitorage de Rimouski
Une des stations fixes du PMZA est située à 20 km au large de la marina de Rimouski (48°40' N, 68°35' O). L'échantillonnage (20 à 25 sorties par année) débute dès avril-début mai et se termine le plus tard possible afin de couvrir l'ensemble du cycle saisonnier des espèces de copépodes dominants dans cette région fort dynamique de l'estuaire maritime. Également, l'abondance annuelle moyenne des masses d'œufs de krill est mesurée et constitue un indice de présence de krill. Les variations interannuelles dans le succès de recrutement du krill représentent un facteur de premier ordre pour expliquer les variations de biomasse dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Le suivi à cette station existe depuis 1989.

E12 Évaluation de la biomasse du zooplancton

Des échantillons de zooplancton sont recueillis sur une grille de 44 stations dans l'ouest du golfe et l'estuaire maritime du Saint-Laurent (3 stations dans la ZPM) afin d'évaluer la biomasse de macrozooplancton une fois par an, mais pas nécessairement au même temps de l'année. Le mésozooplancton est récolté et conservé, mais non analysé. Des données de température et salinité sont prises. Ce suivi existe depuis 1994. Il n'est pas été fait en 2010, et il reste incertain pour 2011.

E13 Relevés de pêche multispécifique pour l'évaluation des stocks

Depuis 1990, chaque mois d'août dans le nord du golfe du Saint-Laurent, un relevé de pêche multispécifique est réalisé pour l'évaluation des stocks de poissons de fond et de crevette. Le but est d'établir des indices d'abondance et de biomasse pour les différentes espèces afin de recommander les niveaux d'exploitation et les totaux admissibles des captures. En 2008, la couverture de la division 4T a été accrue dans la partie amont de l'estuaire, en y ajoutant quatre strates afin d'échantillonner les profondeurs comprises entre 20 et 100 brasses (37 à 183 m). Dans chacune des strates, les stations sont choisies au hasard et leur position varie d'une année à l'autre. Les principaux objectifs du relevé depuis 2008 sont : 1) obtenir des estimations d'abondance et de biomasse pour une dizaine d'espèces démersales, en préciser la répartition spatiale et déterminer leurs caractéristiques biologiques; 2) récolter des données sur les autres espèces dans le cadre de l'approche écosystémique, telles que les poissons démersaux et pélagiques non-commerciaux, le calmar et les autres invertébrés; 3) obtenir, en parallèle, un portrait des

conditions environnementales de l'estuaire et du nord du golfe; 4) inventorier le zooplancton et en évaluer l'abondance.

E14 Statistiques de la pêche commerciale

Dans la ZPM, les prises principales dans le secteur de l'estuaire maritime sont le crabe des neiges et le buccin (engins fixes) et dans le secteur de l'estuaire moyen l'anguille (trappes) et l'esturgeon noir (filet maillant). Les statistiques de pêches (permis actifs et débarquements) sont accessibles au MPO et au ministère des ressources naturelles et de la faune (MRNF).

E15 Réseau des observateurs du capelan

En 2002, la division de la gestion des Océans, région du Québec, en collaboration avec les secteurs maritimes du MPO et des partenaires locaux, a mis sur pied le réseau des observateurs du capelan. Ce réseau fait appel au public en général pour identifier les sites de reproduction et les dates où le capelan fraie afin de documenter et de mieux protéger ces habitats et leur capacité de production. Un site web a été mis en fonction en 2011 par le MPO afin de faciliter l'inscription des observations et pour permettre d'interroger la base de données en ligne. (http://www.qc.dfo-mpo.qc.ca/signaler-report/roc-con/capelan-capelin-fra.asp)

E16 Réseau de suivi de la zostère

Le réseau de suivi de la zostère a été mis sur pied en 2004 dans le but d'acquérir de meilleures connaissances sur les poissons et invertébrés qui se reproduisent et croissent dans les herbiers de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Plusieurs juvéniles des proies du béluga et du phoque commun utilisent cet habitat (hareng, poulamon, capelan, plies). De plus, un protocole d'analyse visuelle de photos satellites pour l'évaluation de la superficie des herbiers est en développement. Environ 150 personnes membres de huit organismes différents ont collaboré à ce suivi depuis la première année, dont des comités ZIP, des écoles, le Cégep de La Pocatière, le regroupement de pêcheurs autochtones Mamu Innu Kaikusseth et le parc national du Canada Forillon. Pour la majorité de ces sites, ce suivi a été suspendu en 2011. Seuls les suivis par les trois derniers organismes mentionnés ont une continuité assurée. Parmi ceux-ci, un site est dans la ZPM (Cacouna).

E17 Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire

Dans le cadre de l'entente fédérale-provinciale du Plan Saint-Laurent IV, un réseau de suivi ichtyologique a été mis sur pied entre 2006 et 2010 pour la portion estuarienne du Saint-Laurent comprise entre Québec et Rivière-du-Loup. La collaboration des pêcheurs commerciaux d'anguilles est sollicitée pour l'important effort de pêche qu'ils déploient en septembre et octobre, particulièrement sur la rive sud. Ce réseau de suivi permet de valoriser un nombre appréciable de poissons qui autrement seraient remis à l'eau ou rejetés. La méthode d'échantillonnage a été standardisée et testée en 2006, 2007 et 2008 à trois sites d'échantillonnage différents. Suite a cette mise au point, un réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire (RIPE), constitué de quatre sites de pêche expérimentale, a été implanté en 2009. Ces sites sont localisés dans l'estuaire fluvial à Cap-Santé et à Saint-Nicolas, et dans l'estuaire moyen à Saint-Irénée et à Rivière-Ouelle. Le site de Saint-Irénée a été abandonné en 2011.

E18 Suivi des frayères d'éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent

Le MRNF effectue des programmes de suivi annuellement afin d'évaluer l'état de la ressource et la dynamique de la population de l'éperlan arc-en-ciel. Un suivi de la reproduction sur la rivière Fouquette est effectué depuis 1994. L'estimation de la superficie utilisée et de l'intensité du dépôt d'oeufs dans les trois frayères situées dans la région du Bas-Saint-Laurent (rivière Ouelle, rivière Fouquette et rivière du Loup) s'effectue depuis 2004.

E19 Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent

Depuis 2002, le MRNF effectue un suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) de la population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent sur les deux principales zones de rétention larvaire, soit l'anse Sainte-Anne et le banc de la rivière du Loup. Ce suivi a pour but d'évaluer l'abondance des éperlans de l'année afin d'obtenir une indication sur le recrutement annuel et de le comparer avec les résultats des autres suivis effectués sur cette population.

E20 Suivi de l'abondance de l'anguille argentée

Le MRNF effectue un suivi du nombre d'anguilles en dévalaison provenant de la partie du Saint-Laurent en amont de la ville de Québec. Ce suivi donne un portrait de la fluctuation d'abondance et de la condition des individus. L'abondance est estimée par une méthode de capture/recapture.

E21 Suivi des débarquements de l'esturgeon noir dans l'estuaire du Saint-Laurent

Le MRNF effectue, depuis 1994, un suivi des débarquements commerciaux d'esturgeons noirs dans l'estuaire du Saint-Laurent. Ce territoire est subdivisé en cinq secteurs de pêche. Les objectifs poursuivis par le suivi réalisé en 2009 visaient à évaluer l'importance des débarquements, à définir la structure de taille et la biomasse du stock et de la population et à évaluer l'impact des mesures de gestion sur l'exploitation en fonction du contingent annuel alloué.

E22 Suivi des saumons dans les rivières

Le décompte des saumons est fait annuellement pour chacune des rivières du Québec par le MRNF.

E23 Suivi hebdomadaire des proies des mammifères marins

Depuis juin 2009, Parcs Canada effectue, par sondage hydroacoustique, des relevés hebdomadaires de l'abondance et la distribution des proies pélagiques (poissons et zooplancton) dans le PMSSL sur des transects prédéterminés dans des habitats ciblés (Baie Sainte-Marguerite, la tête du chenal Laurentien et l'embouchure du Saguenay). Simultanément au sondage hydroacoustique, les prédateurs sont dénombrés. Lors de ce relevé, plusieurs variables physiques sont mesurées (température, salinité, oxygène). Ce projet initialement financé par le Fonds de rétablissement et d'éducation sur les espèces en péril de Parcs Canada se poursuit dans le cadre du programme 'agir sur le terrain'.

E24 Réseau de thermographes

Le réseau de thermographes du MPO est permanent et consiste en une vingtaine de stations côtières dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent où l'on mesure la température de façon à peu près continue depuis 1993. Ces mesures couvrent des profondeurs allant généralement de 1 à 30 m, mais certaines stations couvrent jusqu'à 100 mètres de profondeur. (http://eole.osl.gc.ca/thermo/index.html).

E25 Suivi héliporté des eaux hivernales

Au mois de mars de chaque année, environ 60 stations sont visitées dans l'estuaire maritime (10 stations) et le golfe du St-Laurent en hélicoptère de la garde côtière canadienne. Ce suivi existe depuis 1996. Les données recueillies sont : température, salinité, sels nutritifs en surface et échantillons de plancton.

E26 Télédétection de la température de surface

Le laboratoire de télédétection de l'Institut Maurice-Lamontagne du MPO opère deux stations de réception d'images satellitaires (Mont-Joli et Resolute Bay) qui lui permettent d'acquérir les données en provenance des satellites météorologiques de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Ces données servent à calculer la température de surface de la mer. Ces images peuvent permettre de suivre l'évolution de phénomènes physiques divers et leur couplage à des processus biologiques. (http://slgo.ca/fr/teledetection/donnees.htm).

E27 Télédétection de la couleur et de la productivité primaire de l'océan

L'Institut océanographique de Bedford (MPO) mène des travaux visant à créer une série chronologique d'images décrivant les conditions physiques et biologiques de l'Atlantique nord-ouest. Des images de la température de surface de la mer et des concentrations de chlorophylle sont produites. Les images de production primaire sont obtenues à partir des données de concentration de chlorophylle et de température intégrées sur une base bimensuelle.

E28 Programme de monitorage des algues toxiques

Le programme de monitorage des algues toxiques de la région du Québec couvre l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, avec onze stations côtières échantillonnées hebdomadairement de mai à octobre depuis 1989. Le programme de monitorage a pour objectifs : 1) d'identifier et de suivre l'évolution à court et à long termes des floraisons d'algues toxiques ou nuisibles dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, et 2) de cibler les facteurs responsables de leur apparition qui déterminent leur évolution. Lors de l'échantillonnage des algues, toutes les espèces de la communauté sont identifiées. Il est reconnu que le suivi de la composition de cette communauté est un indicateur de l'état de l'écosystème et des changements à long termes (climatiques, eutrophisation, acidification). Ce programme est toutefois considérablement réduit depuis 2010, diminuant par le fait même la capacité de détection et de prévision des floraisons à risque. (http://slgo.ca/fr/phytoplancton.html)

E29 Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques

Environnement Canada est responsable de l'évaluation de la qualité de l'eau et de la classification des zones de croissance des mollusques. Il surveille régulièrement la qualité bactériologique des eaux coquillières, qui est déterminée par la présence de coliformes fécaux dans les échantillons d'eau prélevés sur le site. Les résultats permettent de classer les secteurs et de recommander l'ouverture ou la fermeture par le MPO, chargé de prendre la décision finale. Chaque secteur comprend plusieurs stations de collecte d'échantillons d'eau. L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) de son côté contrôle la qualité des mollusques lors de leur manutention, transformation et commercialisation, qu'ils soient destinés à l'exportation ou à l'importation. Elle effectue aussi un suivi des biotoxines marines dans la chair des mollusques pour s'assurer d'un seuil acceptable. Les bancs coquilliers de la ZPM sont couverts par ce programme qui existe depuis 1948. (http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/fispoi/csspccsmf.shtml).

E30 Suivi des effets biologiques des contaminants chez les myes

Un suivi est effectué par Environnement Canada des effets biologiques des contaminants chez les myes dans le fjord du Saguenay. Ce suivi permet de cibler les différentes sources de contamination. Ce suivi devrait être étendu bientôt dans l'estuaire du Saint-Laurent (axé sur les sources ponctuelles de contamination).

E31 Suivi du trafic maritime via un système d'information sur la navigation

À Québec, la Garde côtière canadienne (GCC) opère un système d'information sur la navigation maritime (INNAV), un système complet de suivi du trafic maritime, modernisé récemment (2008-09). Ce système utilise plusieurs sources d'information, dont le système international AIS (Automatic Identification System) pour identifier et traquer les navires. Le système INNAV permet d'effectuer le suivi des navires commerciaux dans la zone de l'estuaire du Saint-Laurent de tous les navires de plus de 20 mètres qui doivent se rapporter. Dans l'estuaire du Saint-Laurent, c'est le centre de régulation du trafic maritime des Escoumins qui fait le suivi (centre SCTM). L'officier SCTM donne l'autorisation des départs et récolte différentes informations telles que le type de cargo, le nom du capitaine et de l'agent. Les navires qui transitent dans l'estuaire doivent se rapporter à des points d'appel spécifiques et donner leur temps d'arrivée prévu pour le prochain point de rapport. Les petits navires de pêche ne sont pas suivis par le système INNAV. (http://www.innav.gc.ca/index2.html).

À partir de la base de données du système INNAV complétée par celles des AOM, l'université de Montréal a développé un modèle spatiotemporel du trafic maritime et des déplacements de mammifères marins dans le secteur PMSSL+ZPM. Ce modèle (Marine Mammal and Maritime Traffic Simulator) est présentement utilisé par le MPO, Transport Canada, la GCC, Parcs Canada et l'industrie de la marine marchande pour tester des scénarios visant à réduire les collisions. Ce modèle appliqué annuellement permettrait le suivi de l'évolution des facteurs de risque de collisions mortelles en fonction des activités de navigation dans l'aire d'étude (ex. : limites de vitesse dans certains secteurs, nombre de permis d'excursion, durée maximale autorisée d'observation, corridors de navigation de la marine marchande, etc.).

E32 Rapports de collisions et blessures sur les mammifères marins

Depuis 1992, tous les cas de collisions ou de blessures récentes concernant les mammifères marins au PMSSL sont documentés par Parcs Canada. Depuis l'entrée en vigueur du règlement sur les activités en mer au PMSSL en 2003, tout cas de collision avec un mammifère marin doit être signalé aux autorités du parc marin.

E33 Réseau de bouées en direct

Le réseau de bouées en direct, conjointement exploité par l'Institut Maurice-Lamontagne (MPO) et l'Institut des sciences de la mer (Université du Québec à Rimouski), est présentement constitué de cinq bouées qui mesurent un ensemble de propriétés optiques, océanographiques et météorologiques et qui sont équipées de systèmes de communication leur permettant de transmettre et de diffuser les données en temps réel. L'information recueillie sert à valider et étalonner des images satellites qui fournissent des informations à grande échelle sur la température de surface et la biomasse de phytoplancton (chlorophylle a). La première bouée a été mise en service en 2002 à la station de Rimouski. En 2004, une seconde bouée a été mise en service à la station de Shediac, dans le sud du golfe du Saint-Laurent suivie en 2005 des bouées à la station du banc Beaugé et aux stations de monitorage du courant de Gaspé et de la gyre d'Anticosti.

E34 Suivi du débit d'eau douce à Québec

Le débit d'eau douce mensuel moyen à la tête de l'estuaire du Saint-Laurent, c'est-à dire à la hauteur de la ville de Québec, était estimé par le Ministère de l'environnement et de la faune du Québec de 1955 à 1988. Depuis 1988, ces estimés ne sont plus disponibles. En utilisant les données de 1962 à 1988, deux modèles ont été développés afin d'estimer l'apport d'eau douce à la tête de l'estuaire. Le premier est un modèle régressif permettant d'estimer le débit mensuel moyen à partir de données de niveau d'eau à Neuville, près de la ville de Québec. Le second est un modèle numérique unidimensionnel permettant d'estimer le débit horaire en utilisant les données de niveau d'eau horaire à Neuville et Lauzon comme conditions frontières amont et aval respectivement.

E35 Suivi de la couverture de glace

La mission du Service canadien des glaces est de fournir l'information la plus exacte et ponctuelle, sur la condition des glaces (superficie, épaisseur et période) et des icebergs dans les eaux navigables du Canada.

SUIVIS PROPOSÉS

Les suivis proposés découlent de discussions et réflexions lors de divers ateliers dans le cadre du développement du plan de suivi écologique de la ZPM ou de l'initiative de recherche écosystémique (IRÉ) de l'estuaire du Saint-Laurent. Ces suivis ont été validés ou bonifiés lors de la revue par les pairs en mai 2011. Certains suivis ont été développés dans le cadre de l'IRÉ et plusieurs relevés d'échantillonnage réalisés dans le cadre de l'IRÉ constituent une base pour des suivis proposés. Deux documents de recherche présentant les résultats de cette initiative sont en cours de rédaction (Mosnier *et al.* données non-publiées, Ouellet *et al.* données non-publiées).

P1 Suivi du bruit environnant et des vocalisations des rorquals et du béluga par acoustique passive à des sites fixes / écoute en continu

Le monitorage par acoustique passive permettrait de suivre la fréquentation des rorquals et du béluga au moyen d'hydrophones autonomes placés à des sites stratégiques. Les bandes de fréquences à enregistrer diffèrent pour les bélugas (>1 kHz) et les rorquals bleus et autres rorquals (< 1 kHz). Par conséquent des compromis et pertes d'information sont à prévoir si l'on vise la détection simultanée des deux taxons. Il est possible de différencier le rorqual bleu du rorqual commun sur la base de leurs vocalisations. Par contre, le pourcentage des faux positifs reste à valider. Les appareils en place peuvent également mesurer le bruit environnant aux fréquences visées. Les enregistrements devraient être couplés avec des sorties en mer afin de valider les détections. L'estuaire, d'une largeur de moins de 25 km, constitue un endroit adéquat pour instaurer un réseau d'écoute. Les coûts associés à un tel réseau sont cependant élevés du fait de l'achat initial et de l'entretien des hydrophones pour le mouillage à plusieurs sites.

P2 Suivi du bruit environnant et des vocalisations de rorquals et du béluga par acoustique passive à des sites étendus / écoute ponctuelle

Ce suivi permet, tout comme le suivi P1, de mesurer le bruit environnant large bande et de suivre la fréquentation des rorquals et du béluga, mais en utilisant des hydrophones portables placés successivement à des sites stratégiques étendus. Des sites sont visités de manière journalière sur le territoire pour y effectuer un enregistrement de courte durée, pour une période et à une fréquence prédéfinies. Les données actuelles ont été acquises de manière journalière de la mi-juin à la mi-septembre pour six habitats hautement fréquentés par les bélugas, incluant le secteur de Cap-de-Bon-Désir qui est aussi fréquenté par les grands rorquals. Les bandes de fréquences couvraient celles utilisées par les rorquals et les bélugas. Les hydrophones portables permettent également de mesurer le bruit environnant aux fréquences visées.

P3 Suivi des rorquals par télémétrie satellite

Le déploiement d'instruments (émetteurs satellite) sur des individus permettrait de suivre l'utilisation par le rorqual bleu de l'estuaire et du golfe durant l'été et d'identifier les habitats essentiels pour cette espèce. Cette méthode, quand elle sera perfectionnée, devrait permettre de suivre les déplacements d'une baleine sur une grande distance.

P4 Suivi des bélugas à certaines aires d'utilisation intensive

À l'image du suivi d'une aire d'utilisation intensive par le béluga (Pointe-Noire) qui se fait au PMSSL (voir E3), un ou deux sites de même importance devraient être désignés à l'intérieur des limites de la ZPM. Des sites se prêtant à l'observation à partir de la rive sont cependant plus rares dans le secteur de la ZPM. Le secteur de Kamouraska semble a priori un site intéressant pour la ZPM. La période d'observation devra correspondre au temps de fréquentation maximale des bélugas aux sites sélectionnés.

P5 Suivi des phoques par inventaire aérien

Le phoque commun de l'estuaire a fait l'objet de recensements aériens des sites d'échouerie par hélicoptère de 1994 à 2001. Ces inventaires aériens périodiques sont relativement peu coûteux pour une petite région comme l'estuaire. Ils procurent un indice

du changement, tant au niveau de l'abondance que de la distribution de l'espèce. Ils permettent de détecter l'expansion vers de nouveaux sites, ce qui peut indiquer une amélioration des conditions. La couverture totale de l'aire permet aussi d'identifier les changements dans la répartition qui résultent d'un déplacement d'un site vers un autre et de mieux en identifier les causes possibles. Ces inventaires permettent aussi de surveiller l'abondance du phoque gris, une espèce compétitrice du phoque commun dans d'autres régions, et ainsi déterminer l'évolution temporelle de son abondance relative aux divers sites d'échouerie. La poursuite de ces inventaires est proposée pour le suivi du phoque commun dans la ZPM.

P6 Suivi des modifications du comportement de plongée du béluga et des rorquals

Des enregistreurs de données fixés sur le dos des animaux permettent de les suivre par radio-télémétrie. Les archiveurs de données recueillent une panoplie de données dont la température de l'eau, la vitesse de déplacement, la profondeur et la durée de la plongée. Ces données permettent de dresser un portrait des déplacements de l'animal dans les trois dimensions pour comprendre les détails de la vie d'une baleine et pour suivre ses déplacements sur de courtes distances. L'analyse de ces données permet d'identifier divers types de plongées et de les associer à différents comportements. Chez les rorquals bleus, il est également possible de détecter chaque événement d'alimentation et l'endroit précis où il survient (en 3D) dans la colonne d'eau. Le suivi dans le temps des comportements de plongée des animaux, pourrait permettre de déceler des modifications des patrons de plongée reliés à des changements dans leur environnement.

P7 Suivi de la diète du béluga et du phoque commun au moyen de traceurs chimiques

Les rapports de certains isotopes stables comme l'azote ou le carbone, des profils d'acides gras, de même que celles des niveaux de contaminants des animaux constituent des méthodes indirectes et complémentaires qui sont susceptibles de contribuer aux connaissances et au suivi du régime alimentaire des bélugas du Saint-Laurent. L'identification des proies, selon ces approches, repose principalement sur l'hypothèse que les niveaux de ces différents marqueurs dans les tissus d'un prédateur reflètent ceux de leurs proies et de leur contribution relative à la diète. L'identification des proies selon ces méthodes requiert l'examen des tissus des bélugas et des phoques, mais aussi l'examen des proies potentielles. Chacune de ces méthodes possède ses avantages et ses limites quant aux résultats obtenus. Leur potentiel est maximal lorsqu'utilisé en complémentarité. Les échantillons de tissus nécessaires pour ces analyses peuvent être obtenus du programme de suivi des carcasses pour le phoque et le béluga et de divers suivis pour les proies.

P8 Biopsies sur des bélugas vivants

Le GREMM fait des biopsies sur des bélugas depuis 1994 pour identifier le sexe et les liens familiaux. Une biopsie, effectuée au moyen d'une arbalète avec une fléchette munie d'un dard, permet d'obtenir un petit morceau de peau et de gras de la couche supérieure des tissus adipeux. Les polluants accumulés sont des informations qui peuvent être recueillies avec ces mêmes échantillons. Même si on connaît encore mal la dynamique des contaminants persistants selon les différentes couches de gras, ce suivi permettrait de connaître les niveaux et les types de contaminants chimiques toxiques accumulés chez

les animaux vivants de cette espèce. Également, à partir du même échantillon, il est possible de déterminer le stade de maturité ou la période du cycle reproductif chez les femelles à partir du dosage de la progestérone. La progestérone est une hormone stéroïde secrétée par l'ovaire chez les femelles mammifères. Les protocoles d'analyse ne sont, cependant, pas encore au point.

P9 Suivi des contaminants chimiques toxiques dans les proies du phoque commun et du béluga

Le suivi de la contamination des principales proies du phoque commun et du béluga permettrait d'identifier les principaux vecteurs de contamination des mammifères résidants du Saint-Laurent. Il permettrait de voir apparaître les contaminants émergents dans le biote de l'écosystème et de suivre les contaminants classiques, généralement réglementés, mais toujours bio-disponibles aux organismes du milieu. Le choix des espèces et des contaminants à mesurer, ainsi que les méthodes d'analyse, sont à préciser. Les échantillons sont relativement faciles à obtenir si on profite des autres suivis qui échantillonnent les espèces recherchées.

P10 Suivi des poissons pélagiques par relevés acoustiques annuels

Des relevés acoustiques annuels sont proposés pour le suivi des poissons pélagiques. Ce type de relevés permet de distinguer les poissons avec vessie natatoire (p.ex., capelan, hareng) des poissons sans vessie natatoire (p.ex., lançon, maquereau). La méthode pour distinguer les espèces, par exemple entre le capelan et le hareng qui possèdent tous les deux une vessie natatoire, devra être mise au point. Une validation sur le terrain devra être effectuée, par exemple à l'aide d'un échantillonnage au chalut pélagique ou d'une caméra. Des mesures d'abondance, de biomasse et de condition des poissons peuvent être prises sur les espèces récoltées. On dispose à ce jour de trois années de données (2008-2010) récoltées dans le cadre de l'IRÉ. Des relevés sont prévus pour les trois prochaines années. Un suivi similaire est déjà instauré dans le PMSSL.

P11 Suivi de la biodiversité de l'ichtyoplancton

En 2009, dans le cadre de l'IRÉ, un échantillonnage saisonnier de l'ichtyoplancton a été réalisé de mai à juillet au niveau de l'estuaire maritime et sur une partie de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. De plus, l'ichtyoplancton de la mission d'évaluation de la biomasse de zooplancton d'octobre 2009 menée par le MPO a été analysé en complément des nouvelles données issues des missions du printemps et de l'été. Ces données pourraient constituer la base pour un suivi de la biodiversité de l'ichtyoplancton de la ZPM et donner un indice de l'effort de reproduction.

P12 Suivi du krill par relevés acoustiques annuels

Des relevés acoustiques annuels couvrant l'estuaire et le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent constituent une méthode simple et directe permettant de suivre les fluctuations de production du krill dans le golfe et de son transport dans l'estuaire. Cette méthode permet de faire la distinction entre les principales espèces de krill, *M. norvegica* et *Thysanoessa* spp. Il convient cependant de définir le moment le plus approprié et l'étendue du territoire à couvrir pour effectuer les missions. Un échantillonnage de zooplancton doit être effectué pour validation. On dispose à ce jour de trois années de données (2008-2010) récoltées

dans le cadre de l'IRÉ. Des relevés sont prévus pour les trois prochaines années. Un suivi similaire est déjà instauré dans le PMSSL.

P13 Indice de transport du krill pendant le jour

La position de jour du krill dans la colonne d'eau est dépendante de la pénétration de la lumière. La pénétration de la lumière est fonction de la turbidité qui, elle, est reliée à la salinité de surface. Aussi, en mesurant la salinité de surface, il est possible d'établir la profondeur où le krill se situe de jour dans la colonne d'eau. Sachant où le krill se trouve et sachant la limite inférieure de la couche intermédiaire froide (CIF), on peut établir le potentiel de transport du krill, c'est-à-dire son potentiel de se trouver ou non dans le système valve (courant qui entre dans l'estuaire). On peut ainsi calculer son temps de résidence dans l'estuaire pour une période donnée. Cet indice est développé dans le cadre de l'IRÉ.

P14 Suivi de la valve à zooplancton par acoustique passive

L'approvisionnement en krill dans l'estuaire du Saint-Laurent depuis le nord-ouest du golfe serait contrôlé en quelque sorte par un verrou océanographique qu'on appelle «valve» à zooplancton. Cette valve située à Pointe-des-Monts, laisse passer les agrégations de krill qui se forment sur les rebords du chenal Laurentien soit à l'ouest vers l'estuaire, soit au sud vers la péninsule gaspésienne. Des observations, utilisant la technologie *de l'ADCP* (*Acoustic Doppler Current Profiler*) permettraient de suivre en continu les courants, les masses d'eau et le zooplancton par rétrodiffusion. Cette méthode peut capter la distribution verticale du zooplancton, dont le krill, et mesurer les migrations vers la surface. Les appareils doivent être disposés aux endroits stratégiques pour bien échantillonner le corridor de passage du zooplancton. Cette méthode permet un suivi temporel sur toute l'année. Les vocalisations des rorquals qui passent dans le secteur des sites échantillonnés peuvent également être enregistrées. Dans le cadre de l'IRÉ, ces instruments (5 mouillages et 6 appareils) ont été déployés le long du parcours de transport du krill dans le nord-ouest du golfe et de l'estuaire en 2008-2009.

P15 Suivi des données de vent comme proxy de l'hydrodynamisme

Lors de simulations avec particules (krill) effectuées dans le cadre de l'IRÉ, il semble que les variations interannuelles de transport vers l'estuaire résultent des différences de forçage par le vent dans la région du nord du golfe qui influence la valve à zooplancton. Le suivi des vents dans la région de Sept-Îles pourrait alors représenter un indice de la présence d'un évènement d'entrée d'eau à Pointe-des-Monts et pourrait être utilisé comme proxy pour évaluer les conditions de fermeture et d'ouverture de la valve vers l'estuaire du Saint-Laurent. Toutefois, l'analyse des propriétés de cet indice n'est pas complétée et doit être validée.

P16 Suivi par modélisation 3D de la circulation océanique

Les échanges entre le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent par le transport des masses d'eaux reliés à la circulation estuarienne peuvent être simulés par la modélisation numérique en trois dimensions à partir des forçages atmosphériques, hydrologiques et marins. Les échanges modélisés pour une période de 4 ans ont été validés avec des données de courantométrie mesurées dans le cadre de l'IRÉ. Toutefois, la validation de la section amont de l'estuaire maritime est moins bonne probablement à cause de la résolution actuelle du modèle.Un indicateur de l'intensité du transport dans les couches qui favorisent l'apport du krill vers la tête de l'estuaire est en cours de préparation. Un tel indicateur pourra par la suite être mis à jour à chaque année dans le cadre d'une nouvelle simulation « hindcast » pour fournir une indication de l'état favorable ou non du système.

P17 Suivi des contaminants chimiques toxiques dans l'eau et le sédiment

Un suivi des contaminants dans l'eau et le sédiment est proposé pour évaluer les concentrations et les tendances des contaminants émergents et classiques, généralement réglementés, dans le milieu. Une étude menée dans le cadre de l'IRÉ a permis de dresser un portrait général de la contamination des sédiments de surface dans l'estuaire du Saint-Laurent, pour le secteur situé entre Les Escoumins et La Malbaie. Trois classes de polluants organiques persistants (POP) ont été ciblées : les biphényles polychlorés (BPC), plusieurs pesticides organochlorés (OCP) et les polybromodiphényles éthers (PBDE). Une carte de distribution continue des contaminants a été obtenue par interpolation spatiale. À partir de ces résultats, des sites stratégiques pourront être ciblés et un suivi développé.

P18 Suivi du fond marin par imagerie

Des relevés visuels (photos sous-marines et vidéo) sont proposés pour caractériser les sites de frai, la structure du sédiment et les communautés épibenthiques. Ce type de relevés offre une très bonne couverture spatiale du fond marin. Dans le cadre de l'IRÉ, des relevés (photo et vidéo) ont été réalisés dans l'aire de répartition du béluga, pour le secteur entre La Malbaie et Les Escoumins et jusqu'à la baie Sainte-Marguerite dans le Saguenay, entre 2008 et 2010. Ces données constituent une base pour un suivi éventuel. Pour caractériser les communautés benthiques à partir de ces données, des analyses sur les assemblages benthiques devront être réalisées et un protocole de suivi de ces communautés pourra être développé par la suite comme il a été fait pour le secteur de Manicouagan (Provencher et Nozères 2011).

P19 Suivi des communautés endobenthiques

Le suivi des communautés endobenthiques devra être développé à l'image de ce qui a été fait pour le secteur de Manicouagan (Provencher et Nozères 2011). C'est-à-dire, que les différentes communautés endobenthiques de la ZPM devront dans un premier temps être caractérisées et cartographiées, avant de pouvoir développer un protocole d'échantillonnage au moyen d'une benne à sédiments.

P20 Suivi de la superficie des marais et zostéraies

L'utilisation d'images numériques orthorectifiées et de techniques de classification et d'analyse spatiale, couplées à des relevés de terrain sur des zones plus restreintes, permettent une analyse quantitative des herbiers et marais pour étudier leurs conditions et leurs tendances. Plusieurs satellites de résolutions différentes ont été utilisés, dont LANDSAT, SPOT, ASTER et IKONOS, pour les cartographier. Dans le cadre du réseau zostère (voir E16) un protocole est en développement pour l'analyse de ces photos pour l'évaluation de la superficie des herbiers. Ce réseau sera suspendu en 2011, sauf pour trois sites. Parmi ces sites, seule la zostéraie de Cacouna est dans la ZPM. La poursuite de ce réseau pour les autres herbiers de la ZPM est proposée.

ANNEXE 2. RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DES INDICATEURS ET DES SUIVIS ASSOCIÉS

Cette annexe présente les résultats détaillés de l'évaluation de chacun des indicateurs pour le suivi écologique de la ZPM. Chaque indicateur se voit attribué une note pour sa pertinence en lien avec la menace ou l'effet ciblé et chaque suivi identifié et/ou proposé associé à cet indicateur est évalué en fonction de sa fiabilité et sa facilité de réalisation. Également, pour chaque indicateur et suivis associés, les arguments émis et discutés qui ont amené les experts à fixer les cotes sont résumés. Il se peut que le niveau de détails des arguments d'évaluation diffère d'un indicateur à l'autre. C'est que lors de la revue, certains indicateurs ont été discutés plus que d'autres.

Légende de cette annexe :

Le tableau de cette annexe est divisé en 7 colonnes :

La première colonne identifie le numéro de l'indicateur et la table d'experts qui en a fait l'évaluation :

MH = Table sur les mammifères marins et leur habitat
PR = Table sur les proies des mammifères marins
CO = Table sur la contamination et maladies
ÉC = Table sur les indicateurs écosystémiques

La deuxième colonne présente l'indicateur et les troisième, quatrième et cinquième colonnes donnent la cote pour chacun des 3 critères (pour la définition des critères voir le chapitre 'Plan de suivi' aux pages 9 et 10)

P = Performance
Fi = Fiabilité
Fa = Facilité

La sixième colonne identifie les suivis (S) existants et/ou proposés pour cet indicateur. Ces suivis sont identifiés selon les codes qui leurs sont attribués à l'annexe 1.

E = Existants (ex. : E1)
P = Proposés (ex. : P1)
Dév = en développement
s.o. = sans objet, comme par exemple pour des suivis qui sont liés à des données ponctuelles

La dernière colonne présente les arguments émis et discutés qui ont amené les experts à fixer les cotes.

INDICATEURS DES MENACES

	Indicateurs	*P*	*Fi*	*Fa*	*S*	*Commentaires*
Menace : Pollution par des produits chimiques toxiques (espèces résidentes et proies)						
CO 1	Taux de contamination des proies des phoques communs et béluga.	1	1	2	P9	Mesure directe de la menace pour les proies. Les résultats de la plupart des analyses chimiques sont fiables et les coûts diffèrent d'un contaminant à l'autre.
CO 2	Taux de contaminants dans les tissus des bélugas et phoques communs. Suivi démographique du phoque commun Programme de suivi des carcasses du béluga Biopsie des bélugas vivants	1	1 2 2	2 2 2	E1 E9 P8	Mesure directe de la menace pour les mammifères marins résidents. Ces espèces à vie longue, particulièrement le béluga, donnent une indication sur la tendance des contaminants (intégration dans le temps, bioamplification). L'échantillonnage chez le phoque vivant permet un contrôle du nombre et de la qualité des prélèvements, donc une bonne fiabilité des résultats. Par contre, l'usage des carcasses pour le béluga introduit un biais. Ces bélugas échoués ne sont pas représentatifs de la population et l'approvisionnement en échantillons est dépendant de la disponibilité des carcasses. Le faible nombre d'échantillons de tissus d'assez bonne qualité permet difficilement de vérifier des hypothèses relatives au rôle des concentrations de contaminants et de leurs effets toxiques ou, encore, de détecter des tendances annuelles. Il est difficile, à ce jour, d'interpréter les résultats provenant des biopsies, car on connaît encore mal la

						dynamique des contaminants persistants selon les différentes couches de gras.
CO 3	Taux de contamination d'une espèce sentinelle résidente	2	1	2	Dév.	L'espèce sentinelle est un proxy pour évaluer la présence de contaminants dans le milieu disponible pour les organismes et représente une mesure indirecte de la menace par rapport aux mammifères et à leurs proies. Mesure plus pertinente pour l'état de l'écosystème (voir dernière section du tableau). L'espèce sentinelle représentative du milieu reste à cibler. Les échantillons sont relativement faciles à obtenir si on profite des autres suivis qui échantillonnent les espèces recherchées. Les résultats de la plupart des analyses chimiques sont fiables et les coûts diffèrent d'un contaminant à l'autre.
CO 4	Mesures des contaminants chimiques toxiques (anciens et nouveaux) dans le sédiment dans l'eau	2	 1 1	 2 3	 P17 P17	La présence de contaminant dans les sédiments et l'eau représente une mesure éloignée de la menace par rapport aux mammifères et à leurs proies. Mesure plus pertinente pour l'état de l'écosystème (voir dernière section du tableau). Les résultats de la plupart des analyses chimiques des sédiments sont fiables, dans la mesure où on investit suffisamment dans le nombre d'échantillons. Les coûts des analyses de laboratoire diffèrent d'un contaminant à l'autre et sont plus élevés pour les analyses plus délicates des contaminants dans l'eau.

Menace : Bruit (espèces résidentes et migratrices)

MH 5	Mesure du bruit dans l'eau (intensité et fréquence; pour béluga et rorquals) aux sites hautement fréquentés.	1				La pertinence est très élevée, car l'indicateur mesure cette menace directement.
	Acoustique passive, sites fixes, écoute en continu		1	3	P1	Les deux méthodes de suivi proposées ont été éprouvées avec succès. Par contre, il faudra investir beaucoup d'effort et de ressources pour obtenir le maximum de fiabilité dans les résultats. Le premier suivi (appareils fixes) offre une excellente couverture temporelle, tandis que le deuxième une meilleure couverture spatiale.
	Acoustique passive, sites étendus, écoute ponctuelle		1	2	P2	Les coûts des appareils acoustiques passifs lors de la mise en place d'un réseau d'appareils fixes justifient la cote élevée pour la facilité. Cependant sur du long terme ces coûts seront compensés par leur fonctionnement automatique en continu.
MH 6	Intensité et répartition du trafic maritime de la marine marchande (type de bateau, tonnage, vitesse, etc.).	2				La pertinence de cet indicateur est moins élevée que celle du précédent, car la variable mesurée est corrélée avec le bruit et non une mesure directe du bruit. De plus, cette corrélation doit être précisée par une étude en cours (calibration et modélisation avec le bruit réel dans l'eau). Par contre, des données de qualité sont déjà disponibles auprès de la Garde côtière canadienne.
	Base de données INNAV		1	1	E31	
MH 7	Intensité et répartition du trafic maritime récréotouristique (type de bateau, vitesse, etc.).	2				La pertinence est équivalente à celle de l'indicateur précédent. Bien que ce secteur de la navigation soit le plus menaçant.
	Activités d'observation en mer (AOM)		3	2	E7	Les AOM commerciales qui partent du PMSSL sont

						assez bien couvertes, mais l'information pour la ZPM et l'activité des plaisanciers requièrent un niveau d'effort supplémentaire. Les données obtenues sont incomplètes et imprécises et leur interprétation manque de fiabilité en ce qui concerne leur reflet du niveau de bruit.

Menace : Collisions (espèces résidentes et migratrices)

MH 8	Nombre de collisions rapportées. Réseau urgence mammifères marins (RQUMM) Base de données INNAV Rapport collisions PMSSL	1	 2 2 2	 3 3 3	 E8 E31 E32	L'indicateur est très pertinent, car il s'agit d'une mesure directe de la menace. Plus il y a de collisions rapportées, plus le risque de conséquence est élevé. La fiabilité des données est toutefois entachée par le biais qui existe dans le taux et l'exactitude de signalement des collisions et dans la représentativité des échouages. Il n'est pas toujours évident de déceler les marques d'une collision sans effectuer une nécropsie. Les données sont également difficiles à obtenir, en particulier celles qui nécessitent un examen sur le site d'échouage.
MH 9	Nombre d'animaux avec des marques ou des blessures récentes associées à des collisions. Photo-identification des cétacés Réseau urgence mammifères marins (RQUMM) Programme de suivi des carcasses du béluga	1	 3 3 3	 3 3 3	 E4 E8 E9	L'indicateur est directement relié aux collisions. Les données sont cependant très coûteuses à obtenir (nécropsies complexes, missions photo en mer, catalogues) et souvent difficiles à interpréter avec certitude comme étant une preuve de collision.

MH 6	Intensité et répartition du trafic maritime de la marine marchande (type de bateau, tonnage, vitesse, etc.). Base de données INNAV	2	 1	 1	 E31	Cette menace est importante surtout pour les rorquals. Il s'agit d'une mesure indirecte de la menace, qui nécessiterait pour évaluer le risque de développer un couplage avec la répartition des mammifères marins. Par contre, des données de qualité sont déjà disponibles auprès de la Garde côtière canadienne. À partir de ces données couplées aux données d'AOM, un modèle spatiotemporel du trafic maritime et des déplacements de mammifères marins, mis au point par l'université de Montréal, permet d'évaluer le risque de collisions mortelles. En appliquant ce modèle annuellement avec les données à jour, il est possible d'en suivre l'évolution temporelle.
MH 7	Intensité et répartition du trafic maritime récréotouristique (type de bateau, vitesse, etc.). Réseau d'observation (ROMM) Activités d'observation en mer (AOM)	2	 3 3	 2 2	 E5 E7	Même pertinence que le précédent. Toutefois, les données sont plus difficiles à obtenir et leur interprétation peu fiable.

Menace : Dérangement (espèces résidentes et migratrices)

MH 10	Concentration de bateaux dans un rayon de conformité autour des cétacés. Activités d'observation en mer (AOM)	1	 2	 2	 E7	Un lien fort est présumé entre cet indicateur et le dérangement ressenti par les animaux sur la base d'études effectuées ailleurs que dans le Saint-Laurent sur des espèces similaires. Son interprétation se fait sur un échantillon, dont la représentativité comporte un niveau d'imprécision, selon le niveau d'effort déployé.

						Plus l'échantillonnage est intense cependant, plus les coûts seront élevés.
MH 11	Fréquence des bateaux et randonneurs à proximité des sites d'échouerie du phoque commun durant la saison d'utilisation importante. Réseau d'observation (ROMM)	1	2	1	E5	La fiabilité de cet indicateur, jugé très pertinent, dépendra de l'effort d'échantillonnage des activités humaines. L'interprétation doit tenir compte de la sensibilité variable au dérangement selon la saison. Les observations sont toutefois moins coûteuses à réaliser que pour l'indicateur précédent.
MH 12	Nombre de permis de recherche scientifique et nature des projets.	1	1	1	s.o.	Certaines activités scientifiques comportent un niveau de risque de dérangement assez élevé, d'où la pertinence de cet indicateur. Les données disponibles sont fiables et faciles à obtenir auprès du MPO et du MRNF.
MH 7	Intensité et répartition du trafic maritime récréotouristique (type de bateau, vitesse, etc.). Réseau d'observation (ROMM) Activités d'observation en mer (AOM)	2	3 3	2 2	E5 E7	À cause de comportements imprévisibles, ces activités de navigation menacent de déranger les mammifères marins, bien qu'il ne s'agisse pas d'une mesure directe du dérangement. Les données peuvent être difficiles à obtenir et leur interprétation peu fiable.
MH 13	Nombre de sorties d'observation des mammifères marins et espèces ciblées. Activités d'observation en mer (AOM)	2	2	1	E7	Le lien entre le nombre de sorties et le dérangement n'est pas direct. Il n'existe pas de décompte total des sorties de bateaux munis d'un permis commercial du PMSSL. Cependant, une méthode indirecte d'estimation du nombre de sorties a été développée à partir des données AOM, mais une marge d'erreur y est

						associée. Cette estimation ne donne qu'un indice relatif du nombre de sorties d'observation des mammifères marins, même si elle permet une comparaison réaliste des espèces ciblées. Ces données ne reflètent pas les sites visités dans la ZPM.
MH 6	Intensité et répartition du trafic maritime de la marine marchande (type de bateau, tonnage, vitesse, etc.). Base de données INNAV	3	1	1	E31	Lorsqu'on exclut les risques dus au bruit et aux collisions, dont on tient compte plus haut, cette activité humaine est beaucoup moins pertinente à mesurer comme indicateur du dérangement. Les mécanismes du dérangement des cétacés par le trafic maritime sont peu connus. Par contre, des données de qualité sont déjà disponibles auprès de la Garde côtière canadienne.
MH 14	Nombre de permis d'observation des mammifères marins. Activités d'observation en mer (AOM)	3	1	1	E7	Indicateur très éloigné de la mesure du dérangement visée, car l'usage fait de ces permis est très variable. De plus ces permis sont délivrés pour le secteur du PMSSL.

Menace : Altération des habitats (espèces résidentes et proies)

MH 15	Nombre et nature des projets de développement.	1	2	1	s.o.	Pertinence élevée, à cause du lien direct entre les projets et les risques pour l'habitat. Le niveau de fiabilité est affecté par la variabilité du risque entre divers projets, laquelle est difficile à estimer, et par un possible effet cumulatif de ces projets. Les données sont faciles à obtenir. Toutefois,

						certains projets ne sont pas inclus dans le suivi fait par la Division de la gestion de l'habitat du poisson du MPO.
MH 16	Activités de pêche (intensité, répartition, engins). Statistiques de pêches	1	1	1	E14	Pertinence élevée car certaines activités de pêche ont un impact direct sur l'habitat. Les données sont fiables et faciles à obtenir auprès du MPO et du MRNF.
MH 17	Fréquence, lieu, superficie, volume de dragages des chenaux et dépôts de sédiment.	1	1	1	s.o.	Indicateur direct du risque. Des données fiables sont facilement disponibles auprès de la Garde côtière canadienne.
MH 18	Variations des débits d'eau douce liées aux aménagements hydroélectriques locaux ou à proximité.	2	1	1	s.o.	Les débits d'eau douce fournissent une mesure indirecte des risques à l'habitat. De plus, le lien avec l'altération des habitats n'est pas facile à interpréter. Des données fiables sont recueillies par Hydro-Québec.

Menace : Braconnage et abattage

MH 19	Nombre d'incidents de braconnage. Réseau urgence mammifères marins (RQUMM)	1	3	2	E8	Mesure directe de la menace. Toutefois, l'interprétation des données manque de fiabilité, car on ne connait pas leur représentativité. Les données (carcasses signalées ou SOS braconnage) s'obtiennent assez facilement quoique des nécropsies soient requises parfois pour confirmer le braconnage.

Menace : Empêtrement dans les engins de pêche

MH 20	Nombre de prises accidentelles liées à la pêche (circonstances, dates et lieux), types d'engin de pêche et espèces en cause. Réseau urgence mammifères marins (RQUMM)	1	 3	 2	 E8	Mesure directe de l'empêtrement, mais incomplète car elle ne mesure que les empêtrements mortels, ou bien les cas où une intervention a été possible. Les données seraient tellement rares que leur interprétation serait très peu fiable. Coûts associés à des observateurs ou à l'obtention des données auprès des pêcheurs.
MH 21	Nombre, durée et distribution des pêches aux crabes communs, buccins, esturgeons et anguilles (littoral, côtier, hauturier). Statistiques de pêches -établies -émergentes	2	 1 2	 1 1	 E14	Mesure l'activité humaine et donc indirectement la menace que constitue l'empêtrement. Les statistiques de pêche sont faciles à obtenir auprès du MPO et du MRNF. Elles sont fiables pour les pêches bien encadrées, mais plus incertaines pour les pêches émergentes dont il est difficile de confirmer la distribution.

INDICATEURS DES EFFETS POTENTIELS SUR LES MAMMIFÈRES MARINS, LEURS HABITATS ET LEURS PROIES

ESPÈCES RÉSIDENTES BÉLUGA ET PHOQUE COMMUN

	Indicateurs	*P*	*Fi*	*Fa*	*S*	*Commentaires*
Effet : Maladies						
CO 22	Fréquence des maladies des mammifères marins.	1				Mesure directe de l'effet. La récolte, la nécropsie et l'analyse des maladies sont coûteuses et complexes. Le faible nombre d'échantillons de tissus d'assez bonne qualité ne permet pas toujours de vérifier des hypothèses relatives au rôle des agents pathogènes ou, encore, de détecter des tendances annuelles. L'état de décomposition avancée de certaines carcasses et d'autres facteurs résultent en un pourcentage important de décès dont les causes demeurent inconnues. Cependant, ce programme nous a permis d'identifier des maladies, auparavant inconnues, qui affectent sérieusement le béluga (cancer, pneumonie vermineuse, collisions, certaines infections, etc.). Par ailleurs, les données tirées des biopsies à distance sur les bélugas vivants risquent d'être plus difficiles à interpréter que celles du Programme de suivi des carcasses du béluga.
	Programme de suivi des carcasses du béluga		2	3	E9	
	Biopsie des bélugas vivants		3	2	P8	

CO 23	Indice de condition (tissus divers) et statut reproducteur (ovaires) des carcasses de béluga. Programme de suivi des carcasses du béluga	3	 2	 3	 E9	Variable très difficile à relier à la maladie, d'où une pertinence faible.

Effet : Mortalités

MH 24	Nombre de carcasses et leur distribution spatio-temporelle. Réseau urgence mammifères marins (RQUMM)	1	 2	 2	 E8	Mesure directe, donc très pertinente. L'indicateur est un échantillon dont la fiabilité dépend du niveau de corrélation avec la mortalité réelle dans la population entière et comporte des biais importants liés à la couverture spatiale hétérogène. Les sites ne sont pas toujours facilement accessibles et les experts pas toujours disponibles pour se rendre sur les lieux pour confirmer les mortalités et les espèces impliquées.
MH 25	Répertoire des causes de mortalité. Programme de suivi des carcasses du béluga Photos prises sur le site d'échouage	1	 2 3	 3 1	 E9 -	Indicateur très pertinent pour la compréhension des causes. Par le RQUMM (E8), les scientifiques concernés sont informés quand des carcasses sont retrouvées. Cependant, l'état de décomposition avancée de certaines carcasses et d'autres facteurs résultent en un pourcentage important de décès dont les causes demeurent inconnues. Quand les carcasses sont en bonne condition, il est parfois possible de déterminer la cause de mortalité visuellement sur une photo prise sur le terrain (par exemple, un trou de balle sur un animal). Les nécropsies effectuées sur place, ou le plus souvent en laboratoire, sont la plupart du

						temps nécessaires pour déterminer les causes de mortalité. Ces données sont plus fiables, mais plus coûteuses. Pour le béluga, les nécropsies sont effectuées systématiquement via le programme de suivi des carcasses et permet d'identifier plusieurs causes de mortalité (cancer, pneumonie vermineuse, collisions, certaines infections, etc.).
MH 26	Démographie des individus morts. Programme de suivi des carcasses du béluga	1	2	2	E9	Forte pertinence de l'indicateur quant à l'âge à la mortalité. Ce suivi est limité par le petit nombre de carcasses trouvées, et par des biais potentiels comme la sous-représentation des jeunes bélugas dans la base de données sur les échouages et les problèmes liés à la détermination de l'âge des animaux, particulièrement pour les vieux individus.

Effet : Perturbation d'activités importantes

MH 27	Nombre et localisation de phoques juvéniles isolés rapportés. Réseau urgence mammifères marins (RQUMM)	1	2	2	E8	L'indicateur mesure directement l'impact sur l'activité d'élevage des juvéniles. La fiabilité peut être affectée par certains cas de juvéniles éloignés, mais non isolés de leur mère, et par un taux de signalement variable. Les données sont relativement faciles à obtenir grâce au RQUMM.
MH 28	Indices de masquage sonore des communications et des vocalisations chez le béluga.	2				Mesure indirecte de la perturbation. Méthodologies récemment développées. Manque d'information sur le niveau de masquage

	Acoustique passive, sites fixes, écoute en continu Acoustique passive, sites étendus, écoute ponctuelle		2 2	3 2	P1 P2	des vocalisations par le bruit au sein de l'estuaire. La fréquentation et le niveau d'exposition des animaux doivent être pris en compte. Les coûts des appareils acoustiques passifs lors de la mise en place d'un réseau d'appareils fixes justifient la cote élevée pour la facilité. Cependant sur du long terme ces coûts seront compensés par leur fonctionnement automatique en continu.
MH 29	Modification du comportement de plongée. Suivi modifications comportement plongée	2	 2	 3	 P6	Observations fastidieuses, complexes et coûteuses à réaliser (p.ex. achat, pose et suivi de transmetteurs).

Effet : Perte ou perturbation d'habitats utilisables

MH 30	Intensité de fréquentation des bélugas aux zones d'agrégation importantes pour l'alimentation, les soins aux jeunes et la reproduction. Inventaire aérien des bélugas Suivi à certaines aires d'utilisation intensive	1	 2 2	 2 2	 E2 P4	Pertinence élevée due à l'observation directe du territoire utilisé par les bélugas. Cependant, cet indicateur doit être interprété avec prudence puisqu'un site non-fréquenté par les bélugas ne signifie pas nécessairement la perte ou la perturbation du site. Un rétrécissement de l'aire de distribution dû à la diminution de la population peut conduire à l'abandon d'un site, particulièrement ceux situés aux limites de l'aire de distribution. Malgré une variabilité assez forte d'une année à l'autre des inventaires aériens, l'indicateur est assez fiable pour les tendances à long terme. La fiabilité du suivi des bélugas à des sites précis est liée à l'intensité des observations et à la qualité des interprétations. Les coûts sont associés à la présence d'observateurs aux sites pour une longue période.

MH 31	Intensité de fréquentation des phoques communs aux échoueries selon la saison. Suivi démographique du phoque commun Suivi par survol aérien	1	 2 2	 2 2	 E1 P5	Observation directe. Le suivi existant ne couvre que 2 sites (Bic et Métis), le suivi proposé couvrirait l'ensemble des échoueries. Des données récoltées de 1994 à 2000 constituent une bonne base pour le suivi proposé. La fiabilité des résultats et de leur interprétation dépendra de l'effort d'observation, qui nécessitera un coût moyennement élevé pour être suffisant.
MH 32	Proportion de phoque gris aux sites d'échouerie du phoque commun. Suivi démographique du phoque commun Suivi par survol aérien	2	 2 2	 2 2	 E1 P5	Mesure indirecte de la perturbation potentielle. Évaluation des autres critères semblable à l'indicateur précédent.

Effet : Variation de la population du phoque commun

MH 33	Évolution temporelle d'abondance relative aux divers sites d'échouerie. Suivi démographique du phoque commun Suivi par survol aérien	1	 2 2	 2 2	 E1 P5	Observations directes de l'abondance. La fiabilité des résultats et de leur interprétation dépendra de l'effort d'observation, qui nécessitera un coût moyennement élevé pour être suffisant. Cependant, ce suivi ne couvre que 2 sites.
MH 34	Nombre de naissances aux sites témoins (Bic, Métis). Suivi démographique du phoque commun	1	 2	 1	 E1	Observation directe de la fécondité et du recrutement annuels. Fiabilité dépendante de la qualité des observations. Assez facile d'obtenir les données.

MH 35	Indice de taux de survie selon la croissance des jeunes phoques avant le sevrage. Suivi démographique du phoque commun	2	3	3	E1	Indice distant de l'objet visé. Développement en cours et fiabilité inconnue à cause de l'incertitude sur plusieurs aspects. Travail nécessitant beaucoup d'effort, sur une très longue période avant d'obtenir un signal utile.

Effet : Variation de la population du béluga

MH 36	Évolution temporelle d'abondance des bélugas Inventaire aérien des bélugas	1	2	2	E2	Pertinence due au lien direct de l'abondance avec la variation de la population. Fiabilité dépendante de la variation dans la distribution des bélugas et de l'analyse statistique des résultats. Cette variation limite son utilité pour une détection rapide de problèmes. Les relevés sont réalisés seulement en été (juillet à septembre). Méthodologie d'inventaire aérien déjà mise au point et relativement abordable.
MH 37	Évolution temporelle de la distribution (expansion ou rétrécissement) des bélugas. Inventaire aérien des bélugas	1	2	2	E2	Pertinence élevée, car une expansion de sa distribution pourrait indiquer une augmentation de la population. Peut indiquer également que l'habitat disponible répond aux besoins de la population. Évaluation des autres critères identique à celle de l'indicateur précédent.
MH 38	Proportion de jeunes dans la population Inventaire aérien des bélugas (relevés photographiques)	1	2	2	E2	Pertinence élevée, car est une indication de la capacité des bélugas à se reproduire. Évaluation des autres critères identique à celle de l'indicateur précédent. Il n'est pas toujours possible

						de différencier les jeunes de l'année de ceux de plus d'un an sur les photos.
MH 39	Proportion de femelles gestantes dans un échantillon (progestérone dans le lard). Biopsies des bélugas vivants	2	2	3	P8	Évaluer le taux de gestation chez les femelles adultes peut être très révélateur de la santé d'une population. Cependant, le dosage de progestérone dans le lard est une mesure indirecte de cette variable. Les protocoles d'analyse ne sont pas encore au point. Il est difficile d'échantillonner assez d'individus pour obtenir un aperçu fiable de la population.

ESPÈCES MIGRATRICES CÉTACÉS

	Indicateurs	*P*	*Fi*	*Fa*	*S*	*Commentaires*
Effet : Mortalités						
MH 40	Nombre de carcasses et leur distribution spatio-temporelle. Réseau urgence mammifères marins (RQUMM)	1	2	2	E8	Mesure directe, donc très pertinente. L'indicateur est un échantillon dont la fiabilité dépend du niveau de corrélation avec la mortalité réelle dans la population entière et comporte des biais liés à la couverture spatiale hétérogène. Les sites ne sont pas toujours facilement accessibles et les experts pas toujours disponibles pour se rendre sur les lieux pour confirmer les mortalités et les espèces impliquées.
MH 41	Répertoire des causes de mortalité. Analyse de photos digitales prise sur place Nécropsie des carcasses	1	3 2	1 3	E8	Indicateur très pertinent pour la compréhension des causes. Par le RQUMM, les scientifiques concernés sont informés quand des carcasses sont retrouvées. Cependant, l'état de décomposition avancée de certaines carcasses et d'autres facteurs résultent en un pourcentage important de décès dont les causes demeurent inconnues. Quand les carcasses sont en bonne condition, il est parfois possible de déterminer la cause de mortalité visuellement sur une photo prise sur le terrain (par exemple, un trou de balle sur un animal, empêtrement dans un engin de pêche). Les nécropsies effectuées sur place sont la plupart du temps nécessaires pour déterminer les causes de

						mortalité. Ces données sont plus fiables, mais plus coûteuse, surtout pour le rorqual bleu.

Effet : Perturbation d'activités importantes

MH 42	Indices de masquage sonore des communications et des vocalisations chez les rorquals. Acoustique passive, sites fixes, écoute en continu Acoustique passive, sites étendus, écoute ponctuelle	2	 2 2	 3 2	 P1 P2	Mesure indirecte de la perturbation. Manque d'information sur le niveau de masquage des vocalisations par le bruit au sein de l'estuaire. La fréquentation et le niveau d'exposition des animaux doivent être pris en compte. Méthodologie récemment développée. Les coûts des appareils acoustiques passifs lors de la mise en place d'un réseau d'appareils fixes justifient la cote élevée pour la facilité. Cependant, sur du long terme, ces coûts seront compensés par leur fonctionnement automatique en continu.
MH 43	Modification du comportement de plongée des rorquals. Suivi modifications comportement plongée	2	 2	 3	 P6	Observations fastidieuses, complexes et coûteuses à réaliser (p.ex. achat, pose et suivi de transmetteurs). Mesure plus fiable des modifications du comportement que les suivis depuis la surface (ex : mesure de l'activité d'alimentation).

Effet : Variation de l'utilisation de la ZPM par les rorquals

MH 44	Abondance relative interannuelle des rorquals. Réseau d'observation (ROMM) Recensements visuels des rorquals Activités d'observation en mer (AOM)	1	 3 1 2	 1 3 2	 E5 E6 E7	Indicateur associé directement à l'utilisation de la ZPM par les rorquals. Les observations bénévoles du ROMM sont des données faciles à obtenir, mais dont la valeur comme indicateur est peu fiable. Les recensements visuels annuels sont les plus susceptibles d'être fiables, mais leurs coûts sont très élevés. Les observations (AOM) sont dépendantes de l'activité en mer des opérateurs. Toutefois les données sont récoltées systématiquement et par des observateurs formés.
MH 45	Temps de résidence moyen par individu, sur une base annuelle (rorqual bleu et rorqual commun). Suivi par télémétrie satellite des rorquals	1	 3	 3	 P3	Même pertinence que le précédent, mais avec un lien encore plus fort avec l'utilisation de la zone par les rorquals, puisqu'il s'agit de temps de résidence des individus. Effectuer un nombre suffisant d'observations pour assurer la fiabilité de cet indicateur risque d'être impossible à réaliser, en partie parce que ces données sont très coûteuses en équipement, en personnel et en temps de navires.
MH 46	Indices de fréquentation. Acoustique passive, sites fixes, écoute en continu Recensements visuels des rorquals (Densité) Activités d'observation en mer (AOM) (Densité)	1	 2 1 2	 3 3 2	 P1 E6 E7	Indicateur associé directement à l'utilisation de la ZPM par les rorquals. Les appareils acoustiques passifs permettent d'obtenir un indice de fréquentation dont la fiabilité doit être validée. Les coûts des appareils acoustiques passifs lors de la mise en place du réseau justifient la cote élevée pour la facilité.

						Cependant sur du long terme ces coûts seront compensés par leur fonctionnement automatique en continu. Données fiables, mais coûteuses en personnel et en temps de navires pour les suivis systématiques. Les observations (AOM) sont dépendantes de l'activité en mer des opérateurs. Toutefois, les données sont récoltées systématiquement et par des observateurs formés.
MH 47	Nombre d'individus du rorqual bleu fréquentant l'estuaire du Saint-Laurent. Photo-identification des cétacés Recensements visuels des rorquals	1	 2 2	 3 3	 E4 E6	Indicateur associé directement à l'utilisation de la ZPM par les rorquals bleus. Données coûteuses en personnel et en temps de navires (catalogues de photo-identification et suivis des rorquals en mer).

LES PROIES DES MAMMIFÈRES MARINS

	Indicateurs	*P*	*Fi*	*Fa*	*S*	*Commentaires*
Effet : Disponibilité et qualité du krill						
PR 48	Répartition spatiale en 3D par espèce dans l'estuaire du Saint-Laurent.	1				La distribution des proies dans la colonne d'eau affecte directement leur disponibilité, d'où la pertinence élevée.
	Suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL		2	2	E23	Le suivi du PMSSL offre une bonne série temporelle,
	Relevé acoustique annuel du krill		2	2	P12	mais ne couvre pas la ZPM (en bordure). Le suivi proposé aura une meilleure couverture spatiale de la ZPM, mais une moins bonne couverture temporelle. Les biais de ces deux suivis peuvent affecter la fiabilité du portrait de la répartition. Il s'agit de missions en mer comportant des coûts relativement élevés.
PR 49	Indice de biomasse (par espèce de krill).	1				Indicateur qui mesure directement la disponibilité en abondance du krill.
	Évaluation de la biomasse du zooplancton		3	3	E12	La fiabilité des résultats dépend de la variabilité dans
	Suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL		2	2	E23	la distribution spatio-temporelle du krill et de l'effort
	Relevé acoustique annuel du krill		2	2	P12	consacré aux suivis.
	Station de monitorage de Rimouski (PMZA)		2	1	E11	E12 est très coûteux en logistique et en analyse de laboratoire. E11, qui permet de déterminer un indice de la variation annuelle des masses d'œufs à la station de Rimouski, est le plus simple à réaliser.

PR 50	Indice de densité (par espèce de krill). Suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL Relevé acoustique annuel du krill	1	 2 2	 2 2	 E23 P12	Indicateur qui permet de suivre les zones de rétention (forte densité) du krill dans la colonne d'eau. Évaluation des autres critères semblables à l'indicateur précédent pour les mêmes suivis.
PR 51	Indice de condition du krill.	1	2	2	Dév.	Indicateur directement pertinent à la mesure de la qualité de ces proies. Plusieurs types d'indices de condition sont possibles. Par contre, la fiabilité n'est pas encore confirmée pour certaines approches en développement. De plus, la fiabilité sera dépendante de la période d'échantillonnage (stade de maturité des individus échantillonnés). Nécessite une bonne expertise pour les analyses. Échantillons relativement faciles à obtenir si on profite des autres suivis qui échantillonnent ces espèces.
PR 52	Potentiel de transport du krill. Suivi par mouillage d'ADCP - rétrodiffusion -ouverture/fermeture de la valve Indice de transport du krill pendant le jour	2	 2 2 2	 3 1 1	 P14 P13	L'information fournie par cet indicateur est associée indirectement à la disponibilité du krill. Les analyses sont très complexes pour les suivis avec les ADCP mis en mouillage. L'indice de transport du krill doit être validé, mais requiert des données facilement disponibles par les CTD mis en place dans l'estuaire dans le cadre de plusieurs suivis existants. L'indice d'ouverture/fermeture de la valve sera facile d'utilisation pour déterminer le potentiel de transport du krill quand il sera validé (voir EC63)

Effet : Disponibilité et qualité des poissons

PR 53	Abondance des poissons pélagiques (hareng, capelan, lançon), diadromes (saumon, anguille, poulamon, éperlan, esturgeon) et démersaux (merluche blanche, morue, sébaste, plie canadienne, chaboisseau à courtes épines, plie lisse)	1				Mesure directe de l'abondance, donc du potentiel de disponibilité de poissons-proies. Les poissons consommés par les phoques communs et les bélugas occupent l'estuaire moyen ou l'estuaire maritime ou les deux.
	<u>Pélagiques</u>					Dans l'ensemble, les méthodes de ces relevés existants ou proposés sont bien maîtrisées par le
	Suivi acoustique annuel des pélagiques		2	2	P10	personnel scientifique. Les résultats ont le potentiel
	Suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL		2	2	E23	d'être assez fiables, dans la mesure où l'effort
	Relevés d'ichtyoplancton		2	2	P11	d'échantillonnage est suffisant et bien contrôlé. Les
	Suivi juvéniles d'éperlan arc-en-ciel		2	2	E19	suivis des espèces côtières de l'estuaire moyen réalisés par le MRNF semblent satisfaisants pour la
	<u>Diadromes</u>					rive sud et permettent d'obtenir une image de la
	Statistiques de pêche		2	1	E14	fluctuation d'abondance des espèces (E17, E19,
	Réseau inventaire poissons de l'estuaire (RIPE)		2	1	E17	E20, E21 et E22). Cependant, la rive nord est peu
	Suivi de l'abondance de l'anguille argentée		2	1	E20	couverte. Les suivis acoustiques proposés (P10) et
	Suivi débarquements esturgeon		2	2	E21	existants (E23) couvrent bien les pélagiques de
	Suivi saumons dans les rivières		1	1	E22	l'estuaire maritime, mais pas les démersaux. Le suivi acoustique du Parc marin offre une bonne
	<u>Démersaux</u>					couverture temporelle, mais serait coûteux à étendre
	Relevés multi spécifiques estuaire maritime		2	2	E13	au territoire de la ZPM. Les démersaux sont bien
	Suivi acoustique annuel des pélagiques		3	2	P10	évalués par les relevés multispécifiques mais seulement dans l'estuaire maritime pour des profondeurs de 30 m et plus.
						Tous ces échantillonnages nécessitent des ressources en personnel, en embarcations et en engins de pêche. Les statistiques de pêche (E14) sont déjà disponibles sans frais. Cependant, seule une petite partie des espèces pêchées fait l'objet de statistiques de pêche dans le territoire de la ZPM. La régularité de la pêche à l'anguille (E17) et des

						décomptes de saumon dans les rivières est un atout.
PR 54	Répartition des poissons pélagiques, diadromes, et démersaux. <u>Pélagiques</u> Suivi acoustique annuel des pélagiques Suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL <u>Diadromes</u> Statistiques de pêche <u>Démersaux</u> Relevés multi spécifiques estuaire maritime Suivi acoustique annuel des pélagiques	1	 2 2 2 2 3	 2 2 1 2 2	 P10 E23 E14 E13 P10	Mesure très pertinente, car la répartition des proies a un impact direct sur leur disponibilité. Caractéristiques des autres critères semblables à l'indicateur précédent pour les mêmes suivis. Quoique le suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL n'est pas réalisé dans la ZPM, il renseigne sur la répartition des proies qui sont les mêmes dans la ZPM.
CO 55	Effets biologiques des contaminants sur la qualité des proies. Suivi visuel Biomarqueurs	1	 2 2	 1 2	 Dév. Dév.	Indicateur pertinent pour suivre la qualité des proies et la présence de contaminants dans le milieu. Les méthodes doivent être sélectionnées et mises au point pour les espèces et contaminants de l'estuaire. Les échantillons sont relativement faciles à obtenir si on profite des autres suivis qui échantillonnent les espèces recherchées. Nécessite une bonne expertise pour les analyses.
PR 56	Indices de condition des principales proies.	1	 -	 -	 Dév.	Indicateur directement pertinent à la mesure de la qualité de ces proies. Plusieurs types d'indices de condition sont possibles, par contre, la fiabilité et par le fait même la facilité ne sont pas encore confirmées pour certaines approches en développement. La fiabilité des

						résultats sera également dépendante de la période de l'année où les échantillons seront récoltés et de l'effort fourni. Nécessite une bonne expertise pour les analyses. Par contre, les échantillons sont relativement faciles à obtenir si on profite des autres suivis qui échantillonnent ces espèces.
PR 57	Indice de composition de l'alimentation du béluga et du phoque commun	2				Mesure indirecte de la composition de l'alimentation. Interprétation difficile étant donné l'alimentation variée du béluga et du phoque commun.
	Traceurs chimiques (isotopes stables, acides gras, contaminants)		3	2	P7	L'identification des proies, selon l'approche des traceurs chimiques, repose principalement sur les hypothèses que les ratios de ces différents marqueurs observés dans les tissus d'un prédateur sont en fonction des ratios observés dans les proies et que les modifications de ces différents ratios entre les proies et le prédateur sont prévisibles. Les niveaux du traceur chimique utilisé doivent être distincts entre les proies, ce qui limite la puissance de ces méthodes. Chacune de ces méthodes d'analyse possède ses avantages et ses limites quant aux résultats obtenus. Ces méthodes ne sont pas toutes au point.
	Programme de suivi des carcasses du béluga (Contenus stomacaux)		3	3	E9	Les données provenant des contenus stomacaux des carcasses d'animaux échoués doivent être interprétées avec prudence étant donné la très faible taille d'échantillons disponibles au cours des ans. De plus, les contenus stomacaux d'animaux échoués, parfois depuis plusieurs jours, qui souvent ne contiennent que des traces de nourriture, donnent une image biaisée de la diète du béluga d'une population active. Bien qu'aucune de ces méthodes n'offre de réponse

						définitive, leur potentiel est maximal lorsqu'utilisées en complémentarité.
PR 58	Indices de diversité des communautés de poissons (côtiers et tout l'estuaire) pour les proies du béluga. Relevés multi spécifiques estuaire maritime Réseau inventaire poissons de l'estuaire (RIPE)	2	 2 2	 2 1	 E13 E17	Un indice de diversité donnerait une image de la disponibilité de plusieurs espèces dans le système pour des espèces opportunistes telles le phoque et le béluga. Cependant, il s'agit d'une mesure indirecte.

Effet : Perturbation et perte d'habitats utilisables par les proies

PR 59	Fidélité aux frayères connues chaque année. Réseau des observateurs du capelan Suivi du fond marin par imagerie	1	 3 2	 1 2	 E15 P18	Les frayères sont parmi les habitats les plus importants pour les poissons. Leur fidélité à ces sites renseigne sur l'intégrité de ces habitats. Cependant la localisation des frayères pour plusieurs proies, sont encore peu connues. Cet indicateur nécessite de pouvoir capter la période de fraie. Le réseau capelan est peu fiable dans son état actuel, car les données fournies proviennent du grand public et que le contrôle de la qualité en est donc restreint et parce que l'effort d'échantillonnage n'est pas systématique. En augmentant l'effort (par une promotion accrue auprès des observateurs), ce suivi pourrait augmenter en représentativité. La connaissance de la localisation des sites et de la période de frai augmentera la fiabilité et la facilité du suivi par imagerie. Le réseau capelan est peu coûteux, tandis que l'imagerie exige plusieurs sorties en mer.

PR 60	Changements des caractéristiques des sites de fraie des proies. Réseau des observateurs du capelan Suivi du fond marin par imagerie Suivi frayères d'éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire	1	 3 2 2	 1 2 2	 E15 P18 E18	Caractéristiques semblables à l'indicateur précédent pour la pertinence et pour la fiabilité et facilité des deux premiers suivis. Le réseau des observateurs du capelan est important pour cette proie du béluga et du phoque commun. Le suivi des frayères d'éperlan, réalisé par le MRNF, est bien établi et rodé, cependant, l'éperlan frayant dans les rivières, cet habitat n'est pas dans la ZPM.
PR 61	Changement d'aire de couverture des marais, zostéraies et bancs de laminaires. Suivi marais et zostéraies par photos-satellites Suivi du fond marin par imagerie	2	 2 2	 2 2	 P20 P18	Plusieurs proies du béluga et du phoque commun utilisent les marais et les zostéraies durant leurs stades juvéniles (hareng, poulamon, éperlan, morues, plies). Les harengs fraient dans les laminaires. La pertinence de cet indicateur a été cotée 2, puisqu'avec les connaissances actuelles, on n'est pas en mesure d'évaluer si un changement de ces aires se traduirait nécessairement par un changement quantifiable dans la disponibilité des proies. Le suivi par photos-satellites est une approche qui fonctionne bien en milieu intertidal, en eau claire pour les zostéraies. Cette méthode doit être explorée pour les zostéraies de la ZPM. Le premier suivi nécessite l'achat de photos et leur interprétation, le deuxième des sorties en mer.

INDICATEURS POUR L'ÉTAT DE L'ÉCOSYSTÈME

	Indicateurs	*P*	*Fi*	*Fa*	*S*	*Commentaires*
Aspect physico-chimique de l'écosystème						
EC 62	Évolution des caractéristiques du régime hydrologique lié à l'eau douce entrant dans l'estuaire (débit, précipitations).	1				L'eau douce qui entre dans l'estuaire constitue une force majeure qui influence grandement l'écosystème physico-chimique (stratification, courant, turbidité de surface, O_2, etc.), ce qui explique la cote de 1 pour la pertinence.
	Suivi débit d'eau douce à la station de Québec		1	1	E34	Le suivi du débit d'eau douce par le niveau d'eau mesuré à Québec apporte des données fiables et précises, à peu de frais.
EC 63	Évolution des caractéristiques du régime hydrologique lié au ratio ouverture vs fermeture de la valve à zooplancton.	1				Autre indicateur qui mesure directement un élément dynamique important de l'écosystème physique de l'estuaire maritime.
	Suivi par mouillages ADCP		2	3	P14	Les données ne capturent pas toute la variance, ce qui limite la fiabilité de l'interprétation, particulièrement
	Suivi par modélisation 3D de la circulation océanique		2	2	P16	avec le suivi basé sur un proxy fait avec les données sur le vent qui reçoit une cote de 3.
	Suivi du vent (force et direction) comme proxy		3	1	P15	La logistique est coûteuse pour les suivis avec les ADCP mis en mouillage, tandis qu'une expertise est nécessaire avec la modélisation 3D de la circulation océanique. En comparaison, le proxy sur le vent est relativement facile à extraire. Cependant, ce dernier est encore au stade de validation.

EC 64	Changements spatio-temporels des conditions océanographiques (salinité, température, oxygène, pH, turbidité, courant, stratification, éléments nutritifs). Suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL Réseau de thermographes Suivi héliporté des eaux hivernales Télédétection des températures de surface Programme de monitorage de la zone Atlantique Réseau de bouées en direct	1	 1 1 1 1 1 1	 2 1 2 2 2 2	 E23 E24 E25 E26 E11 E33	Mesurent directement les caractéristiques physico-chimiques fondamentales de l'écosystème. Les méthodes de mesure sont au point depuis longtemps et sont très fiables. La plupart des suivis appropriés à cet indicateur, sauf celui des thermographes, sont relativement coûteux en matériel et en personnel. Cependant, comme ces suivis sont déjà en place, cela diminue les coûts relatifs à l'achat de matériel.
EC 65	Couverture de glace (superficie, épaisseur et période).	1	1	1	E35	Caractéristique très pertinente pour le suivi de l'écosystème physico-chimique. Des données fiables sont obtenues gratuitement du Service canadien des glaces suite à chaque saison de glace.
CO 4	Mesures des contaminants chimiques toxiques (anciens et nouveaux) dans le sédiment et l'eau dans le sédiment dans l'eau	1	 1 1	 2 3	 P17 P17	Variable directement pertinente à la qualité de l'écosystème physico-chimique. Les résultats de la plupart des analyses chimiques des sédiments sont fiables, dans la mesure où on investit suffisamment dans le nombre d'échantillons. Les analyses de laboratoire pour les contaminants dans l'eau sont plus délicates et coûteuses.
CO 3	Taux de contamination d'une espèce résidente sentinelle	1	1	2	Dév.	Quoique les contaminants sont mesurés dans un organisme biologique, cet indicateur permet de mesurer la qualité de l'écosystème physico-chimique en révélant la présence des contaminants bio-

						disponibles (anciens et nouveaux) dans le milieu. Du fait que les contaminants sont bio-accumulés dans un organisme, ils sont plus faciles à détecter comparativement à l'indicateur précédent. L'espèce sentinelle représentative du milieu reste à cibler. Les échantillons sont relativement faciles à obtenir si on profite des autres suivis qui échantillonnent les espèces recherchées.
EC 66	Évolution des caractéristiques du régime des vents (indice upwelling et stratification).	2	1	1	s.o.	Cet indicateur mesure une variable qui affecte indirectement des caractéristiques physico-chimiques de l'écosystème. Des données fiables de vent sont facilement accessibles auprès d'Environnement Canada qui permettent le calcul de tels indices.

Aspect biologique de l'écosystème

PR 58	Diversité des communautés de poissons. Relevés multi spécifiques estuaire maritime Réseau inventaire poissons de l'estuaire (RIPE)	1	 2 2	 3 1	 E13 E17	Variable directement pertinente à l'état de l'écosystème biologique. Les suivis par relevés de pêche multispécifique sont très coûteux. Les résultats sont assez fiables pour les espèces démersales mais pas pour les pélagiques. La régularité de la pêche à l'anguille (E17) augmente la fiabilité de ce suivi.
EC 67	Variations de biomasse, composition et répartition des communautés phytoplanctoniques.	1				Variable directement pertinente à l'état de l'écosystème biologique. Ces suivis sont moyennement coûteux en matériel et en personnel.

	Station de monitorage de Rimouski (PMZA) Suivi-transects (PMZA) Télédétection de la productivité primaire Programme de monitorage des algues toxiques		2 3 3 2	2 2 2 2	E11 E11 E27 E28	Les suivis par télédétection et sur les transects du PMZA sont influencés par certains facteurs qui peuvent limiter la fiabilité des résultats.
EC 68	Évolution spatio-temporelle des algues toxiques. Programme de monitorage des algues toxiques Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques	1	 1 3	 2 1	 E28 E29	Cette variable est très pertinente pour le suivi de la ZPM car il s'agit d'une menace à la santé du béluga et d'autres espèces d'intérêt. Le monitorage des algues toxiques en cours fournit des données très fiables, à un coût raisonnable. Les données du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques sont disponibles, mais leur couverture spatio-temporelle vise les sites à risque et non à fournir un portrait d'ensemble.
EC 69	Variations de composition et répartition des communautés benthiques. Suivi du fond marin par imagerie Suivi des communautés endobenthiques	1	 2 2	 2 3	 P18 P19	Variable directement pertinente à l'état de l'écosystème biologique. Les deux suivis proposés ont le potentiel de fournir des données utiles même si divers facteurs peuvent biaiser les résultats. Par contre, celui sur les communautés endobenthiques serait plus coûteux, car il requiert une logistique plus lourde et du travail d'identification fastidieuse en laboratoire.
EC 70	Variations de biomasse, composition et répartition des communautés zooplanctoniques. Station de monitorage de Rimouski (PMZA) Suivi-transects (PMZA) Suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL Relevé acoustique annuel du krill	1	 2 3 2 2	 2 2 2 2	 E11 E11 E23 P12	Variable directement pertinente à l'état de l'écosystème biologique. Les suivis existants déjà en place sur le zooplancton pourraient alimenter cet indicateur. Cependant, la couverture spatio-temporelle est moins appropriée pour le suivi sur les transects du PMZA.

EC 71	Diversité spécifique des mammifères marins. Inventaires aériens des bélugas Recensements visuels des cétacés Activités d'observation en mer (AOM) Réseau urgence mammifères marins (RQUMM) *Nouvelles du large* GREMM Suivi hebdomadaire des proies dans le PMSSL	1	 3 2 2 3 3 2	 2 3 2 2 1 2	 E2 E6 E7 E8 E10 E23	Variable directement pertinente à l'état de l'écosystème biologique. Un changement au niveau de la diversité des mammifères marins donne un signal important en lien direct avec la raison d'être de la ZPM. Plusieurs suivis existants regroupés peuvent alimenter cet indicateur. *Les Nouvelles du large* fournissent des données anecdotiques mais à peu de frais. Leur fiabilité et leur reflet des tendances sont peu fiables. Le suivi systématique des rorquals en mer est le plus coûteux. Le suivi des échouages fournit un échantillonnage trop limité pour être fiable, alors que l'inventaire aérien des bélugas ne permet pas d'identifier avec certitude les espèces de rorquals.
EC 72	Effets biologiques des facteurs de stress environnementaux sur des espèces dites sentinelles. Suivi visuel Suivi au moyen de biomarqueurs	1	 2 2	 1 2	 Dév. Dév.	Variable directement pertinente à la qualité de l'écosystème biologique. Permet de déceler différents facteurs de stress présents dans le milieu (nouveaux facteurs, les effets synergiques ou d'amplification de ces facteurs). Les effets biologiques peuvent être mesurés par une panoplie d'indicateurs allant du plus simple (suivi visuel des espèces) aux plus compliqués les biomarqueurs qui peuvent être spécifiques (ex. différentes classes de contaminants) ou moins spécifiques. Ces indicateurs donnent un signal dont l'interprétation nécessite la réalisation d'analyses supplémentaires. Nécessite une bonne expertise pour les analyses. Les échantillons sont relativement faciles à obtenir si on profite des autres suivis qui échantillonnent les espèces recherchées. La mye est une espèce déjà suivi par Environnement Canada (voir le suivi E30), mais d'autres espèces, plus

						représentatives du milieu de vie des mammifères marins devront être ciblées.
EC 64	Changements spatio-temporels des conditions océanographiques (salinité, température, oxygène, pH, turbidité, courant, stratification, éléments nutritifs).	1				Le lien entre ces variables physico-chimiques et les organismes est suffisamment direct pour que cet indicateur soit considéré très pertinent au niveau de l'écosystème biologique. Voir EC 64 dans la section du tableau : 'Aspect physico-chimique de l'écosystème' pour les suivis appropriés et leur fiabilité et facilité.
EC 65	Couverture de glace (superficie, épaisseur et période).	1	1	1	E35	Variable qui a une influence sur l'habitat hivernal du phoque et sur un éventuel accès facilité pour certains compétiteurs ou prédateurs comme l'épaulard. Des données fiables sont obtenues gratuitement du Service canadien des glaces suite à chaque saison de glace.